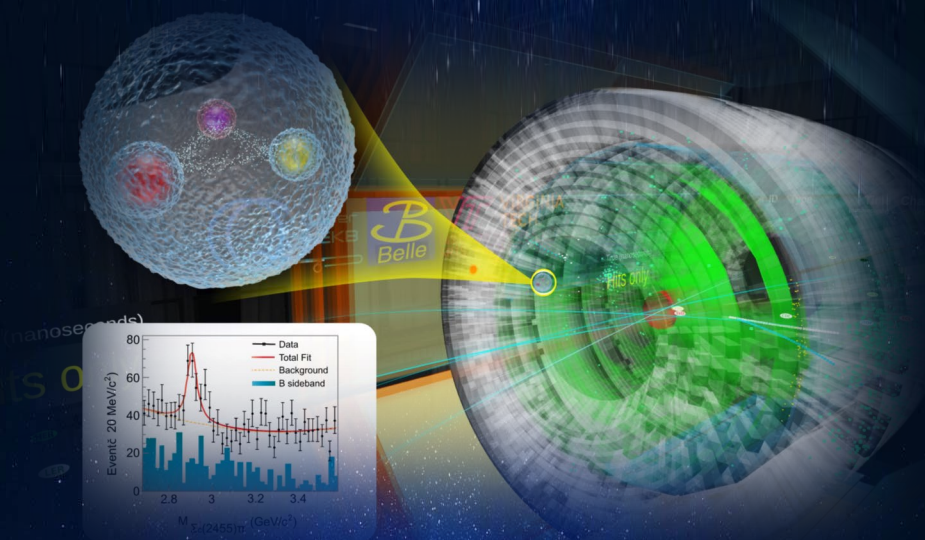


复旦大学核科学与技术系

本科生学习手册



2024年9月

目录

前 言	I
一、复旦大学核科学与技术系概况	I
二、《核科学与技术系系本科生课程学习手册》使用指南	II
第一章 核科学与技术系本科生人才培养体系核工程与核技术专业	1
一、人才培养模式	1
二、本科生专业导师制	2
三、实践与能力训练	2
四、核工程与核技术专业（卢鹤绂班）	4
五、核工程与核技术（吴征铠班）	7
六、核工程与核技术（核物理强基班）	10
七、核工程与核技术（核物理+人工智能）	11
第二章 核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）培养方案与修读建议	12
一、培养目标及培养要求	12
二、毕业要求及授予学位类型	12
三、课程设置	12
四、指导性修读计划	18
第三章 核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）本科教学培养方案与修读建议	22
一、培养目标及培养要求	22
二、毕业要求及授予学位类型	22
三、课程设置	22
四、指导性修读计划	28
第四章 物理学（核物理方向）专业培养方案与修读建议（强基班适用）	32
一、培养目标	32
二、基本要求	32
三、修业年限：四年	32
四、学位与学分要求	33
五、课程设置与修读要求	33
六、主要实践性教学环节	36
七、指导性修读计划	37
第五章 核物理+人工智能 双学士学位本科 2+X 教学培养方案与修读建议	40
一、培养目标及培养要求	40

二、毕业要求及授予学位类型	40
三、课程设置	40
四、指导性修读计划	44
第六章 主要课程简介	48
一、大类基础课程	48
1. 高等数学 A (上)	48
2. 大学物理 B (上)	51
3. 大学物理 A: 力学	54
4. 基础物理实验	57
5. 程序设计	58
6. 高等数学 A (下)	59
7. 大学物理 A: 热学	63
8. 大学物理 A: 电磁学	65
9. 大学物理 B(下)	67
10. 模拟电子学基础	69
二、专业核心教育课程	71
1. 概率论与数理统计	71
2. 大学物理 A: 光学	72
3. 经典力学	74
4. 物理实验 (上)	75
5. 工程数学 A	77
6. 数字逻辑基础	80
7. 原子物理学	82
8. 数学物理方法 A	86
9. 热力学与统计物理 I	88
10. 工程图学基础	90
11. 误差分析和数据处理	92
12. 物理实验 (下)	94
13. 核电子学	97
14. 核技术概论	99
15. 核物理	101
16. 理论物理 (上)	103
17. 量子力学 I	106
18. 辐射防护	107
19. 金工实习	110
20. 核相关基础实验 (I)	112

21. 核科学前沿讲座	114
22. 专业实践	115
三、专业进阶 I 课程	117
1. 核辐射探测与测量方法	117
2. 近代物理实验 A	120
3. 理论物理（下）	123
4. 量子力学进阶	126
5. 加速器原理	127
6. 热力学与统计物理进阶	130
7. 核相关基础实验（II）	132
8. 核技术综合实验	134
附录	124
附件 1. 核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）荣誉课程列表	136
附件 2. 核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）荣誉课程列表	138
附件 3. 复旦大学核科学与技术系本科生毕业论文（设计）工作管理办法(试行)（2019 年 3 月修订）	139
附件 4. 复旦大学核科学与技术系本科毕业论文（设计）书写规范（2012 年 5 月试行，2019 年 3 月修订）	146
附件 5. 复旦大学核科学与技术系本科生毕业论文（设计）相似度检测工作实施细则（2016 年 5 月试行，2018 年 5 月修订）	151
附件 6. 复旦大学核科学与技术系本科生专业实践管理办法（2010 年 4 月试行，2018 年 4 月修订）	152
附件 7. 2017 年核科学与技术系本科生转专业考核方案（2017 年 3 月修订）	162
附件 8. 复旦大学核科学与技术系本科生奖学金评定规则（试行）（2017 年 6 月修订）	163
附件 9. “应用物理”奖学金管理条例	168

前 言

一、复旦大学核科学与技术系概况

我系始建于1958年12月，曾用名原子能系、原子核科学系。1997年7月，原子核科学系改建为现代物理研究所，重点培养研究生。2009年重建核科学与技术系并恢复“核技术”本科专业。2012年教育部统一调整专业名称为“核工程与核技术”，是教育部和财政部重点支持的“高等学校特色专业”，2021年成为国家一流本科专业建设点。

我系拥有国际化的雄厚师资，现有教师64人，其中正高级职称26人（4名外籍），含3名院士、2名美国物理学会会士、1名海外高层次人才计划入选者、2名中组部万人领军人才计划入选者、7名国家杰出青年基金获得者、19名其他国家级青年人才计划入选者和17名上海市人才计划入选者。

我系是中国的核科学人才培养重镇，全国首批原子核物理本科专业（1958年）之一、全国首批核物理与核技术硕士点（1962年）和博士点（1962年）之一、物理学博士后站点之一（1985年）。目前设置有核工程与核技术1个本科专业（含核物理方向卢鹤绂班）；粒子物理与原子核物理、原子与分子物理、等离子体物理等3个硕士学位授予点；粒子物理与原子核物理、原子与分子物理等2个博士学位授予点。我系为国家培养具有良好的科学素养、卓越的创新意识、开阔的国际视野的科研、教学、生产及市场开拓的高级专门人才。为核科技领域的高层次人才培养输送有发展潜力的生力军。2009年重建以来毕业生中80%以上进入国内外著名大学和科研院所继续深造。

我系是国家“一流学科”物理学的专业建设支撑点，也是一流本科专业建设点，建有核物理与离子束应用教育部重点实验室、国家基金委上海核物理理论研究中心、教育部重离子物理创新引智基地；参建上海同步辐射光源的伽马光束线（SLEGS）站和锦屏山国家深地实验室。目前重点发展五大学科方向——粒子物理、核物理、原子与分子物理、核技术及应用、理论与计算物理。我系开展广泛的国际合作：与美国布鲁克海文国家实验室（BNL）、日本高能加速器研究机构（KEK）、欧洲核子中心（CERN）、意大利格兰萨索国家实验室（GSNL）、俄罗斯联合核子所（DUBNA）等世界一流研究机构保持长期合作关系。是BNL-STAR和BNL-sPHENIX、欧洲LHC-ALICE和LHC-CMS、日本KEK Belle II、中国IHEP-BES III等国际合作大科学实验的中方领衔或骨干单位。我系与中国工程物理研究院、中国科学院、英国伯明翰大学、美国伯克利加州大学等国内外一流学术机构开展了密切的本科生培养合作，为我系本科生的国际化培养提供了广阔的舞台。核物理和人工智能双学位班同学，按照学校后续相关要求修读。

二、《核科学与技术系系本科生课程学习手册》使用指南

编撰《复旦大学核科学与技术系本科生学习手册》（以下简称“本手册”），旨在帮助同学们全面了解复旦大学核科学与技术系本科生培养理念、培养目标、培养模式以及培养方式；帮助同学们熟悉专业课程体系，指导学生制定合理的课程修读计划。

本手册第一章详细介绍了核科学与技术系本科生培养体系，包括培养模式、本科生导师制、实践与综合能力训练及四个班级的基本介绍。

第二章关于核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）的培养方案与修读建议。

第三章关于核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）的培养方案与修读建议。

第四章物理学（核物理方向）专业培养方案与修读建议（强基班适用）。

第五章核物理+人工智能 双学士学位本科 2+X 教学培养方案与修读建议。

第六章详细介绍了核科学与技术系本科生主要课程信息，包括课程基本信息、教学目的和基本要求、课程基本内容，以及课程之间的相互联系等。

附录部分收录了本系本科生培养的有关规章制度等。

当代科学技术发展日新月异，复旦大学提倡在本科生教学过程紧盯科学技术发展前沿，因此学生培养方案在本科四年期间并非一成不变，《核科学与技术系本科生课程学习手册》也将随之增补或修订。后期如有课程变动，以学校或院系的最新通知为准。由于时间仓促，手册中难免存在错误，若在使用过程中发现错误请及时反馈。

祝各位同学顺利完成四年的本科学习！

第一章 核科学与技术系本科生人才培养体系

核工程与核技术专业

一、人才培养模式

核科学与技术系以“厚基础，宽口径，重能力，善创新”为人才培养理念，培养学生具有宽阔的人文、社会和技术科学领域的基本理论、基本知识和扎实的核工程与核技术基础理论与实验实践技能；具有适应核工程与核技术多学科交叉特点的知识结构和较强的解决核工程与核技术实际应用问题的能力；具备良好的科学素养和创新意识，能在核工程与核技术相关科技领域和产业部门中从事科学研究、应用开发、教学或管理等工作。

根据《复旦大学“2+X”本科培养体系建设暂行办法》，结合核科学与技术的学科特点与发展要求，在通识教育与工科大类基础教育的基础上，通过专业核心课程教育着重培养学生的核物理及其技术应用的专业核心能力；并通过专业进阶教育、辅修学士学位教育、学程教育、创新创业教育等多元发展培养路径，鼓励学生的自主化培养、个性化发展。

培养内容主要包括以下六大方面：

理论基础学习包括数学类、物理类、工程技术类、专业基础类等课程；

专业实验与实践能力的培养每个学期均设置实验课程，包括电子学实验、物理实验、核相关专业实验、核技术综合实验、金工实习、到核学科相关科研院所和高新技术企业等单位参观实践等；

个性化发展课程设置多元化，既支持学生坚持走专业学术发展路径，设置有核医学物理、核技术、技术物理三大专业进阶模块课程；也鼓励学生根据自己的兴趣和特长走多远发展之路，提供辅修学士学位课程、非本专业学程课程、创新创业创意课程等。

科研创新素质培养贯穿大学四年，学生可参加本科生学术研究项目（曦源项目、望道计划、登辉计划、著政学者等）、走进实验室计划、前沿讲座和行业报告等，开展科研项目研究，了解学科前沿；

国际视野培养选拔和鼓励学生进行学期中、暑期和短期出国出境游学交流。

创新创业创意培养顺应当代市场经济发展大潮，不但注重学生扎实的专业知识与技能能力的培养，也注重学生将所学知识与技能转化为现实生产力的能力培养。复旦大学创新创业学院将提供相关学程，供有兴趣和意愿的同学修读，以便为其将来走上成功的创业道路奠定必要的基础。

总体上，本专业坚持理论学习和实验训练紧密结合，课堂学习和课外创新实践紧密结合，校内学习和校外实践体验紧密结合，个人发展和国家需求紧密结合。核科学与技术系着力探索具有创新内涵的高端技术人才培养模式，积极建设符合国家和社会发展人才需求、有特色的核工程与核技术专业人才培养基地。

二、本科生专业导师制

核科学与技术系积极开展本科生专业导师工作，鼓励优秀教师尤其是青年教师担任本科生专业导师，按 1: 8~12 的师生比，为每个班级安排本科生导师。

专业导师主要负责对学生的大学规划、生涯发展、课程学习、科创探索、健康生活等方面进行个性化指导与沟通，并根据学生发展需要实时和家长进行交流。主要包括：关心学生德、智、体、美的全面发展，帮助学生树立崇高的人生观和价值观，按照学校的本科生人才培养理念，实现培养目标；熟悉本专业和相关专业的教学培养方案和学籍管理条例，根据每位学生的不同特点，帮助学生制定个性化的修读计划，确定每学期的修读课程；帮助新生尽快适应大学学习生活，引导学生建立正确的专业思想；关心并了解学生的学习、生活情况和心理状况，进行针对性的教育与引导，培养学生树立刻苦学习的精神和严谨的治学态度；了解和发现学生特长，开展个性化指导，培养学生科学素养，从一年级开始引导学生进行科研创新能力训练；建立导师与学生联系和沟通的有效渠道，及时向院系及教务处反馈学生对学校教学工作的意见和建议。

根据不同年级学生的特点和成长规律，专业导师给予专门的学业辅导和生活上的帮助。一年级，专业导师主要针对大学适应、课程学习进行辅导；二年级主要对学生进行专业选课指导，同时对部分需要课程辅导的同学进行专门指导；三年级以后专业导师着重开展专业发展路径和未来职业生涯发展指导。

本科生专业导师制自 2010 年建立以来，已成为我系本科生培养重要组成部分，既促进了学生对专业的理解和热爱，也保障了学生尽快适应大学生活、顺利健康发展。越来越多的本科生加入到实验室科创项目中来，与老师一起开展科研工作，不断出现以本科生为主的科研成果。自恢复招生以来，我系学生在学期间学习和发展顺利，学生毕业后基本都能有满意的去向。

三、实践与能力训练

实践与能力培养是核科学与技术系本科生培养体系的重要组成部分，是培养高水平、创新型人才的重要手段。核科学与技术系建立了本科生实践与能力训练体系，将实践与能力训练作为本科生培养的重要组成部分，其目的是学生在接受理论训练的同时，培养学生动手能力、创新能力和综合能力。本科生实践与能力训练包括实验课程、科研创新、实习实践、报告讲座、毕业论文各培养环节。

（一）实验课程

我系课程体系第 1-7 学期每个学期均设置实验课程,包括物理类实验、电子学实验、核工程与核技术专业基础实验以及充分利用我系科研装置和教师科研平台开设的综合实验,让学生充分受到实验动手能力的训练,也加深了对理论学习的理解。

(二) 科研创新

当代核科学与技术发展日新月异,我系注重培养本科生紧跟科学前沿的发展,每年 80% 以上的本科生毕业生都将到国内外著名科研院所继续深造,因此需要在本科阶段特别加强科研能力的培养,为未来发展打下坚实基础。我系结合学校本科生学术研究资助计划,并开展走进实验室计划,让感兴趣的本科生从一年级开始就可以进入实验室和教授课题组,跟随教授们参与课题研究,让学生感受研究氛围,培养基本科学素养和创新意识,并充分认识基础课程的重要性。过去 10 年中,我系 30% 的本科生一年级就开始进入实验室,50% 学生参加过科创项目,大部分同学四年大学生涯中都有实验室体验。

科创项目实施一般为一年,分为以下四个阶段:

申请选题: 学期结束前由系所公布备选研究项目,学生自由选择,利用假期完成文献阅读综述,学生的期末考试成绩需达到基本要求。

评审立项: 组织立项评审会,根据学生项目申请书、文献阅读综述、现场报告等立项,并下拨研究经费。

中期考核: 组织中期报告会,学生汇报半年来项目研究进展,评审专家给出建议,评审通过后发放假期生活补贴。

结题评审: 组织结题评审会,学生提交结题报告书,并进行现场报告,评审通过后发放项目结题证书。

(三) 实习实践

实习实践能力培养主要包括金工实习和专业实践两大部分,

通过金工实习,使学生了解现代工业产品的生产过程和流程,激发学生的创新设计和开发能力,为将来从事新产品和科研仪器的设计制造及生产企业管理奠定良好基础。

通过专业实践,让学生到相关科研院所、重点企业进行多种形式的实地调查,包括对研究人员进行交谈访问、聆听研究人员的报告讲座、参观博物馆和纪念馆、参观实验室和生产厂房,对中国现代核工业发展和核技术应用产生感性认识,对中国核事业和现状有一个大体的了解,促进学生课堂学习与本专业的科研和技术应用实际相结合。

(四) 报告讲座

通过《核科学前沿讲座》、《核事业与行业发展》等课程,邀请国内外核科学与技术以及相关学科领域或行业专家为学生介绍核工业和核技术等行业的发展历程、现状及

前景，让学生了解核科学与技术以及相关学科的最新进展，拓宽学生科学视野，激发学生的专业兴趣和科学兴趣，促进学生将所学知识和实际应用相结合，从而合理规划大学生涯和未来职业发展。

（五）毕业论文（设计）

毕业论文（设计）是一个本科生培养的重要环节，是对学生科研能力、实践能力、论文写作能力以及现场答辩能力的综合训练。为了保障本科毕业论文（设计）水平，我系对本科毕业论文（设计）有严格要求，并制定了本科毕业论文（设计）管理办法和书写规范等（详见附件）。

（六）攻读高一级学位

我系鼓励学生进一步攻读高一级学位，进入科学研究前沿。每年秋季（大四上学期）将遴选约 30% 的优秀本科生推荐免试攻读研究生学位（包括直读博士学位）。

根据复旦大学研究生培养改革方案，我系每年春季学期（大三下学期）选拔约 10% 的特别优秀的本科生进入卓越博士生培养计划。

部分本科毕业生，也将根据个人规划，申请海外留学，进入世界一流高校深造。本系将为其提供留学便利。

四、核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）

（一）关于卢鹤绂班

为探索“高中-本科-研究生十年一贯制”基础学科拔尖人才培养新模式，复旦大学核科学与技术系拟设立核工程与核技术专业卢鹤绂班（简称：卢鹤绂班）。该班以创系元老、被誉为“中国核能之父”的卢鹤绂院士命名；以培养国内顶尖、世界一流的核物理及核相关学科的顶尖科学家及创新创业家为目标。

核学科与物质科学、生命健康、能源革命、天文学等密不可分，是人类探究世界奥秘的重要基础学科，与我国战略性尖端科技发展和国防安全密切相关，也必定成为 21 世纪中后期世界各国努力争夺的科技明珠。作为高校国家队、核学科人才培养与学术研究的重镇，作为建设“第一个复旦”的力量之一，核科学与技术系承担着抢占学科发展高地，提升核科学人才自主培养能力的历史使命。

为培养德智体美劳全面发展，具有深厚的科学素养、卓越的创新意识、开阔的国际视野，能在核科学与技术及其相关前沿领域从事科研、教学、高新技术开发并引领世界核科学技术发展的高级专门人才，核工程与技术专业卢鹤绂班于 2023 年 9 月应运而生。

经过四年本科阶段的培养，卢鹤绂班毕业生应具备坚实的数学和物理基础、娴熟的实验与计算机应用能力、良好的跨文化交流能力、根据个人兴趣及发展需要而终身学习的能力、胜任并引领未来核科学技术及相关领域的国际前沿竞争的能力，为将来成为中国核相关学科的领军人才打下坚实基础。为了更好地实现上述培养目标，卢鹤绂班将创新培养模式，即以多渠道的资源作支撑，以顶尖的导师指导作引领，以扎实的数理教育强基础，以充分的实践训练提能力，以多元的国际交流拓视野，以本研贯通培养促成才成才。

（二）学生选拔

卢鹤绂班的最终模式是“高中-本科-研究生十年一贯制”基础学科人才培养新模式，第二届卢鹤绂班以2024级复旦大学理工科新生为班底组建。2024年9月15日之前即新生入学2周内通过笔试进行选拔，笔试科目暂定为数学和物理2门，选拔对象主要为2024级核工程与核技术专业本科生中有志于将来从事核相关科学研究的优秀学生，同时也欢迎复旦其他专业学生报名参加选拔。通过选拔将择优录取兴趣浓厚、基础扎实、敢于挑战的优秀学生约10-15名入选卢鹤绂班。核科学与技术系将设立福家新生奖学金，奖励卢鹤绂班的优秀新生。

（三）管理团队

复旦大学核科学与技术系高度重视卢鹤绂班的“十年一贯制核科学人才培养新模式”模式探索工作，特成立由本系党政领导、院士专家、各学科带头人组成的卢鹤绂班工作指导组，制订和指导卢鹤绂班建设规划，保障卢鹤绂班高质量建设。

复旦大学核科学与技术系为每一级卢鹤绂班组建专门的导学团队。卢鹤绂班导学团队由核科学与技术系卢鹤绂班工作指导组邀请产生，在核科学与技术系院系领导指导下开展工作。

卢鹤绂班导学团队以一位中国科学院院士领衔任班主任。卢鹤绂班设置辅助班主任一职，负责协调班级日常事务。管理团队以优秀中青年教师为骨干，包括2-3名杰青级别优秀教师和若干名资深教授、业界顶尖专家。

卢鹤绂班采用“学业导师-科研实践导师双轨制”为学生提供等全方位的指导。学业导师，即志德书院导师，由核科学与技术系指派经验丰富、富有热情的教师担任，对接复旦大学的书院导师制，负责学业指导、生涯发展建议等。

科研实践导师由工作在科研前沿领域，具有科研活力的副高级以上教师担任。采用“导学一对一”机制，原则上卢鹤绂班将为每一位学生配置一位导师，提供科研探索、学术成长、个性化发展的指导。

（四）课程学习

核科学与技术系设置了“核工程与核技术专业卢鹤绂班 2+X”培养方案，以导师制、小班化、个性化为特征，强调数学物理基础、实验技能训练和专业知识精深。其中大一、大二为基础学习阶段，以严格的基础理科课程要求来驱动学生自主发展；大三、大四为专业进阶阶段，根据个人能力与兴趣选择合适的课程与发展方向。专业进阶阶段的课程修读计划需要得到科研实践导师的指导认可。

卢鹤绂班学生不能达到卢鹤绂班课程设置要求的学习要求，将从卢鹤绂班转出至核科学与技术系核工程与核技术班。

（五）科研实践

“本科阶段科研实践全过程覆盖”是卢鹤绂班的主要特色之一，本班同学在四年学习期间须按照院系安排参加完整的科研实践。核科学与技术系配置由院士、杰青、长江等高水平师资队伍负责科研引领，全方位、多维度培养创新精神，以“导学一对一”机制，悉心指导学生进行科研实践训练。

卢鹤绂班学生可申报各类复旦大学本科生学术研究资助计划（FDUROP），同时本系也将设置院系级别的本科生科创项目，为本科生科研实践提供有力支撑。

核科学与技术系将不定期邀请学科前沿的优秀科研人员来做科研报告。卢鹤绂班学生必须按照院系安排，积极参加系所学术活动。参与系所学术活动将采取实名登记制度。参与学术活动的活跃度将作为卢鹤绂班学生考核的参考。

核科学与技术系将组织前往国内一流科研机构、国外顶尖高校、国际大科学装置与顶尖实验室的游学、参观、实践活动。

（六）校企协同育人

与国内顶尖企业联合，通过校企产教协同，完成实习实训实践，培养灵活运用理论知识和实验技能解决高新技术开发及产业化的创新意识及市场开拓精神。

（七）深造与发展

建议并鼓励卢鹤绂班学生在本科阶段选择专业进阶及荣誉项目发展路径。大四参照研究生卓博培养模式，衔接研究生培养路径。优先推荐卢鹤绂班优秀学生免试攻读研究生。

（八）转入及退出机制

入学后第二学期、第四学期，卢鹤绂班各开放转入转出窗口一次。核科学与技术系核工程与技术方向学生可以申请转入。鼓励复旦大学自然科学实验班及理工科学生报名。卢鹤绂班导学团队将负责审核学生的转入申请。

经过严格审慎的个人与专家组评估，若确认本班某学生无法满足卢鹤绂班培养要求，或缺乏在核科学领域继续学习与发展的兴趣和动力，我系也将为其提供其他发展路径的选择。如 1) 选择进入核工程与核技术班学习，已学课程及学分可以转换为普通班对应课程与学分。2) 选择卢鹤绂班其他发展路径如创新创业路径等。

（九）发展保障机制

为保障卢鹤绂班学生顺利成才，核科学与技术系将为卢鹤绂班提供系列保障。

1. 成立卢鹤绂班工作指导组。

由本系院士专家、党政领导、各学科带头人组成，制订和指导卢鹤绂班建设规划，保障卢鹤绂班高质量建设。

2. 设立高水平的导学团队。

卢鹤绂班导学团队以一位中国科学院院士领衔任班主任。设置辅助班主任一职，负责协调班级日常事务。导学团队以优秀中青年教师为骨干，包括 2-3 名杰青级别优秀教师和若干名资深教授、业界顶尖专家。导学团队由卢鹤绂班工作指导组邀请产生，在其指导下，全面负责卢鹤绂班学生的事务。

2. 多元奖助体系。

除了充分利用和争取国家、上海市及复旦大学现有的各类奖学金、助学金、创新研究基金之外，还将为卢鹤绂班设立杨福家新生奖学金（面向大一新生和后续转入的卢鹤绂班学生）和杨福家新星奖学金支持激励学生更好地学习和从事科研实践，努力成长为拔尖人才。

五、核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）

（一）关于“吴征铠班”

为适应新时代对高端人才的需求，复旦大学核科学与技术系设立核技术拔尖创新人才“吴征铠班”（简称：吴征铠班）。该班以复旦大学原子能系（核科学与技术前身）的首任系主任、党总支书记、著名的放射化学家吴征铠院士命名；以培养将来能胜任和引领核技术研究与应用领域的拔尖人才为目标。

核科学技术在应用实践，特别是高新技术产业方面有多个世界前沿领域。作为我国核科学与技术的人才培养重镇之一，核科学与技术系承担着抢占学科发展高地，提升核科学与技术人才自主培养能力的历史使命。

为培养德智体美劳全面发展，具有深厚的科学素养、卓越的创新意识、扎实的实践能力、开阔的国际视野，能在核科技领域进行开拓性工作的高级人才，核技术拔尖创新人才“吴征铠班”于 2023 年 9 月应运而生。

经过四年本科阶段的培养，“吴征铠班”毕业生应具备扎实的数理基础、核物理知识和实验技能；具有适应核技术多学科交叉特点的知识结构和较强的解决核技术应用实际问题的能力。

为了更好地实现上述培养目标，“吴征铠班”将创新培养模式，即以多渠道的资源作支撑，以顶尖的导师指导作引领，着重加强系统性实践应用教育，以充分的实验教学提高实验技能，以多元的校企交流拓宽前沿视野，以高端的创新平台强化科研创新能力。

（二）管理团队

“吴征铠班”工作指导组由复旦大学核科学与技术系党政领导、院士专家、各学科带头人组成，负责制订和指导“吴征铠班”建设规划，保障“吴征铠班”高质量建设。

复旦大学核科学与技术系为每一级“吴征铠班”组建专门的导学团队。“吴征铠班”导学团队由核科学与技术系“吴征铠班”工作指导组邀请产生，在核科学与技术系领导指导下开展工作。

“吴征铠班”导学团队以一位在工程实践领域有高深造诣和威望的专家领衔任班主任。吴征铠班设置辅助班主任一职，负责协调班级日常事务。管理团队以优秀中青年教师为骨干，包括 2-3 名杰出优秀教师和若干名资深教授、业界顶尖专家。

“吴征铠班”采用“学业导师-科研实践导师双轨制”为学生提供等全方位的指导。学业导师，由核科学与技术系指派经验丰富、富有热情的教师担任，对接复旦大学的书院导师制，负责学业指导、生涯发展建议等。

科研实践导师由工作在科研应用前沿领域，具有科研活力的副高级以上教师担任。采用“导学一对一”机制，原则上“吴征铠班”将为每一位学生配置一位导师，提供科研探索、学术成长、个性化发展的指导。

（三）课程学习

核科学与技术系设置了“核工程与核技术专业吴征铠班 2+X”培养方案，以导师制、小班化、个性化为特征，强调实践基础、实验技能训练和专业知识精深。其中大一、大二为基础学习阶段，以严格的基础工科课程要求来驱动学生自主发展；大三、大四为专业进阶阶段，根据个人能力与兴趣选择合适的课程与发展方向。专业进阶阶段的课程修读计划原则上需获得科研实践导师的指导认可。

（四）应用实践

“本科阶段应用实践全链条贯穿”是“吴征铠班”的主要特色之一，本班同学在四年学习期间须按照院系安排参加完整的应用实践。核科学与技术系配置由院士、杰青、

长江等高水平师资队伍负责应用研究引领，全方位、多维度培养应用实践精神，以“导学一对一”机制，悉心指导学生进行应用与研究训练。

新生入学后将择时完成“吴征铠班”导学团队的组建工作。

第一阶段：实验室教学阶段，“吴征铠班”学生在大学期间将接受充分的实验教学，通过基础物理实验、核相关基础实验、核技术综合实验等全面锻炼学生的实验技能。

第二阶段：应用端前沿见习阶段，核科学与技术系将为“吴征铠班”的学生提供多元的应用端前沿学习机会，到相关科研院所、相关企业进行实习实践、参观访问等，拓宽专业视野，加深学生对产业前沿的理解与见识。

第三阶段：研究技术端精进阶段，校系将提供各类别本科生科创课题、科创比赛等，借助核物理与离子束应用教育部重点实验室、重离子物理教育部创新引智基地等平台及行业类头部事业单位的合作平台等培养学生将其所学基本理论、基础知识、实验技能应用于工程技术前沿、产业前沿的能力。

（五）校企协同育人

与国内顶尖企业联合，通过校企产教协同，完成实习实训实践，培养灵活运用理论知识和实验技能解决高新技术开发及产业化的创新意识及市场开拓精神。

（六）深造与发展

建议并鼓励“吴征铠班”学生在本科阶段选择专业进阶及荣誉项目发展路径。大四参照研究生卓博培养模式，衔接研究生培养路径。

（七）发展保障机制

为保障“吴征铠班”学生顺利成才，核科学与技术系将为“吴征铠班”提供系列保障。

1、成立“吴征铠班”工作指导组

由本系院士专家、党政领导、各学科带头人组成，制订和指导“吴征铠班”建设规划，保障“吴征铠班”高质量建设。

2、设立高水平的导学团队

“吴征铠班”导学团队以一位在工程实践领域有高深造诣和威望的专家领衔任班主任。设置辅助班主任一职，负责协调班级日常事务。导学团队以优秀中青年教师为骨干，包括2-3名杰出优秀教师和若干名资深教授、业界顶尖专家。导学团队由“吴征铠班”工作指导组邀请产生，在其指导下，全面负责“吴征铠班”学生的教务。

3、多元奖助体系

除了充分利用和争取国家、上海市及复旦大学现有的各类奖学金、助学金、创新研究基金之外，还将为“吴征铠班”设立杨福家新生奖学金，支持激励学生更好地学习和从事科研实践，努力成长为拔尖人才。

六、物理学（核物理方向）专业（强基班适用）

（一）培养目标

培养德智体美劳全面发展，具有良好科学素养和创新意识，物理专业水平拔尖，能在核物理及相关学科中从事科研、教学、技术应用等方面工作的高级人才。

按照“科学基础宽厚，学科支柱坚实，专业特色明显”的人才培养要求，全面提升学生的综合素质。学生应具有良好的思想道德素质和科学的世界观。培养学生具有丰富的人文素养、良好科学素养和创新意识、开阔的国际视野和跨文化环境下的交流与合作能力。热爱核物理，有志于服务核科学相关的国家重大战略需求。

（二）基本要求

学生应系统扎实地掌握物理学的基本理论和基本实验方法，具备必需的数学基础知识；提高发现问题、提出问题、解决问题和获取新知识的能力；了解物理学的前沿和发展动态，提升物理学素养，具有批判精神和较好的表达和团队协作能力；具有宽广的知识面，了解相关学科的一般知识；得到初步科研训练，掌握基本的科研方法；熟练利用外语和现代信息化等技术手段获取专业资料。

（三）修业年限：四年

核物理学专业强基班学生入校后应选择核工程与核技术专业（卢鹤绂班）“2+X”培养方案中的“专业进阶”或“荣誉项目”路径，鼓励选择“荣誉项目”路径。

优先强基班学生参加各项物理竞赛，校、系级的科研训练项目及开展出国交流计划等；在学期中或暑期邀请国内外知名学者前来授课，夯实物理基础并促进学生充分接触前沿。

强基班学生在二年级结束时进行学业考核，考核内容包括：学习成绩、荣誉课程学习情况、综合评价（学生写不超过1000字的自述，内容可包括参加竞赛、比赛、科研实践情况及物理志趣等内容）。未能通过学业考核的同学须退出强基班进入核工程与核技术专业。

强基班学生可在每学年结束时，主动申请退出强基计划。

主动退出和考核不合格退出的学生，进入核工程与核技术专业，退出的学生不得转专业。

在强基班有缺额的情况下，核工程与核技术专业专业同年级的学生可在二年级结束时向系里提出申请，经系组织专家组考核通过后，补入强基班，补录的考核内容包括：学习成绩、荣誉课程学习情况、综合评价（学生写不超过 1000 字的自述，内容可包括参加竞赛、比赛、科研实践情况及物理志趣等内容）等。

通过第三学年考核的学生自动获得本校转段资格，可在本科毕业、获得物理学学士学位后转段至核物理与粒子物理专业或其它物理专业以及物理类相关学科攻读博士研究生学位，如申请转段外系相关专业，需通过该单位组织的考核。

获得转段资格的学生，可在大四年级核物理与粒子物理专业或其它物理专业以及物理类相关学科的研究生课程、确定研究生指导教师和课题，实现本-研课程及学术的贯通培养，促进连续性课程学习和科学研究，进一步强化核物理学科的优秀人才培养。

七、核物理+人工智能 双学士学位

本双学士学位项目旨在培养德智体美劳全面发展，具有深厚的科学素养、卓越的创新意识、开阔的国际视野，能在核科学、人工智能及其相关前沿领域从事科研、教学、高新技术开发的高级专门人才。

根据《复旦大学“X+AI”双学士学位项目建设实施方案》，结合核物理的学科特点与前沿发展要求，将通识教育、核物理专业教育和人工智能教育有机融合，以拓宽学生自主选择 and 个性化发展道路与空间。

通过系统的理论学习和实践训练，毕业生将具备扎实的核物理和人工智能基础知识、基本理论，掌握两个学科交叉领域的应用技能。他们将保持终身学习热情，根据个人兴趣及发展需要不断进取，成长为胜任并引领未来核物理和人工智能及相关领域的国际前沿竞争和发展的高端人才。核物理和人工智能双学位班同学，按照学校后续相关要求要求进行修读。

本双学位项目学生毕业时须满足通识教育课程 39 学分（含通识核心课程 25 学分和专项教育课程 14 学分）、专业培养课程 114 学分（含大类基础课 33 学分和专业核心教育课 81 学分）和多元发展课程 24 学分，总学分不低于 177 学分（含实践 39.5 学分；含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求。达到学位要求者可授予理学、工学学士学位。

第二章 核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）

培养方案与修读建议

一、培养目标及培养要求

本专业培养德智体美劳全面发展，具有深厚的科学素养、卓越的创新意识、开阔的国际视野，能在核科学技术及其相关前沿领域从事科研、教学、高新技术开发的高级专门人才。

根据《复旦大学“2+X”本科培养体系建设暂行办法》，结合核科学与技术的学科特点与发展要求，在通识教育与理工基础教育的基础上，通过专业核心课程教育着重培养学生的核物理及其应用的专业核心能力；并通过专业进阶教育、学程教育、创新创业教育等环节，鼓励学生的多元化发展，拓宽学生自主化、个性化发展空间。

要求学生具备坚实的数学和物理基础、娴熟的实验与计算机应用能力、良好的跨文化交流能力、根据个人兴趣及发展需要而终身学习的能力、引领并胜任未来核科学技术及相关领域的国际前沿发展及竞争的能力。

二、毕业要求及授予学位类型

本专业学生毕业时须满足通识教育课程(含通识核心课程和专项教育课程)44 学分、专业培养课程 77 学分（含毕业论文 6 学分）和多元发展路径课程的修读要求（至少 24 学分），总学分不低于 145 学分（含实践 36 学分；含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求；完成学业导师指导下的 4 个学期的科研实践并通过考核。荣誉项目总学分不低于 151 学分且含实践学分 38 分，达到学位要求者可授予工学学士学位（核工程与核技术专业：核物理卢鹤绂班）。

三、课程设置

（一）通识教育课程（44 学分）

通识教育课程包括通识教育核心课程和专项教育课程，要求修读学分 44（含实践学分 11）。

1. 通识教育核心课程（27 学分）

要求修读 27 学分，含思想政治理论课 19 学分，七大模块课程 8 学分（每模块最多修读 1 门课程，同时回避第五模块“科学探索与技术创新”，即修读第五模块将不计入

七大模块 8 个学分中)，课程设置详见核心课程七大模块和核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）修读建议。

1. 专项教育课程（17 学分）

要求修读 17 学分。课程设置详见专项教育课程和核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）课程修读建议。

(二) 专业培养课程(77 学分)

包括大类基础课程和专业核心教育课程。

1. 大类基础课程(30 学分)

要求修读技术科学类基础课程 30 学分（含实践学分 8.1）。

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践 学分	开课 学期	备注
高等数学 A（上）	MATH120021	5	6	0.4	1	
大学物理 A：力学	PHYS120016	4	5	0.8	1	
基础物理实验	PHYS120015	2	3	2	1	
程序设计	COMP120006	4	5	2	1	
高等数学 A（下）	MATH120022	5	5+1	0.4	2	
大学物理 A：热学	PHYS120017	2	2+1	0.7	2	
大学物理 A：电磁学	PHYS120018	4	4+1	0.8	2	
模拟电子学基础	INFO120002	4	4	1	4	

2. 专业核心教育课程(47 学分)

要求修读 47 学分（含实践学分 17.4）。

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践 学分	开课 学期	备注
线性代数	PHYS130120	3	4	0.5	3	
概率论与数理统计	PHYS130119	2	2		3	
大学物理 A：光学	PHYS130092	3	3+1	0.8	3	
经典力学	PHYS130003	3	4	0.25	3	可修读荣誉课程
物理实验(上)	PHYS130004	2	3	2	3	
原子物理学	TCPH130014	3	4	0.8	4	可修读荣誉课程
数学物理方法 A	PHYS130006	4	4+1	0.8	4	可修读荣誉课程
热力学与统计物理 I	PHYS130113	4	4+1	0.8	4	可修读荣誉课程
物理实验(下)	PHYS130005	2	3	2	4	
量子力学 I	PHYS130008	4	4+1	0.8	5	可修读荣誉课程
电动力学	PHYS130114	4	4+1	0.8	5	可修读荣誉课程
核辐射探测与测量方法	TCPH130003	3	3	0.6	5	可修读荣誉课程
核物理	TCPH130001	3	3	0.6	6	可修读荣誉课程

专业实践	TCPH130030	1		1	7	
毕业论文	TCPH130010	6		6	8	

(三) 多元发展路径课程

多元发展包括专业进阶、荣誉项目、跨学科发展（含辅修学士学位项目）和创新创业等不同路径，要求在院系专业导师指导下选择其中一条发展路径，按路径要求修读课程。

1. 专业进阶路径

修满 24 学分。要求在本专业进阶模块课程中修读至少 24 学分（其中专业进阶 I 和专业进阶 II 分别修读 12 学分和 12 学分，专业进阶 II 中课程选择需参考导师指导意见。完成专业进阶路径修读要求的学生，有机会获得核科学与技术系系主任署名的推荐信。

专业进阶模块课程设置如下：

模块名称	课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	开课学期	备注
专业进阶 I	近代物理实验 A	PHYS130056	3	3	3	5	
	量子力学进阶	TCPH130057	3	3		6	
	热力学与统计物理进阶	TCPH130058	3	3		6	
	核相关基础实验 (II)	TCPH130049	3	4	3	6	
专业进阶 II 公共课程	数字逻辑基础	INF0130331	4	3+2	1	秋	
	金工实习	MECH130100	1	2	1	6	
	核技术概论	TCPH130005	3	3		秋	
	计算物理基础	TCPH130035	2	2	0.25	秋	
	辐射防护	TCPH130002	2	2		秋	
	生物医学核技术	TCPH130041	3	3		春	
	医学影像技术	TCPH130019	2	2		春	
	放疗物理学	TCPH130043	3	3		秋	
	核电子学	TCPH130004	3	3		春	
	固体物理	PHYS130010	4	5		春	物理系开设
	材料物理	MATE130010	3	3	0.5	秋	
	流体力学 I	MECH130009	4	4		秋	
	激光物理	PHYS130018	3	3		春	物理系开设
	量子场论	PHYS130069	3	3		春	物理系开设
	数字图象处理	COMP130032	3	3	1	春	计算机学院
	工程图学基础	TCPH130054	2	3	0.6	秋	
	机器学习	INF0130342	2	3	0.5	秋	信息学院
	现代核科学与技术 VR 仿真	TCPH130050	2	2	2	秋	
	核反应堆热工水力学	TCPH130046	3	3		秋	
	薄膜物理与技术	TCPH130017	2	2		秋	
核电厂运行与安全	TCPH130047	3	3		秋		
同位素分离与应用	TCPH130051	2	2		秋		
核相关基础实验 (I)	TCPH130048	3	4	3	秋		
误差分析和数据处理	TCPH130016	2	2		秋		
信号处理与总线	TCPH130034	2	2		秋		

		核技术综合实验	TCPH130008	3	4	3	秋	可选修荣誉课程 物理系开设 物理系开设 物理系开设
		量子光学	PHYS130089	3	3		秋	
		量子计算与量子信息	PHYS130067	3	3		秋	
		群论	PHYS130068	3	3		秋	
		科技英语写作	TCPH130023	2	2		春、秋	
		核事业与行业发展	TCPH115001	1	1		秋	
专业进阶II方向课	粒子物理与核物理	理论物理专题	TCPH130059	3	3		春	可选修荣誉课程
		粒子物理学	TCPH130044	3	3		秋	
		粒子探测	TCPH130056	3	3	1	秋	
	原子与分子物理	实验谱学	TCPH130052	3	3		春	
		原子物理专题	TCPH130060	3	3		春	
		聚变等离子体物理	TCPH130053	3	3		秋	
	核工程与核技术	加速器原理	TCPH130007	2	2		春	
		核分析技术	TCPH130012	3	3		秋	
		核反应堆物理	TCPH130045	4	4		春	

2. 荣誉项目路径

要求至少完成6门荣誉课程的修读，且满足专业进阶路径的要求（专业进阶I课程修满12学分，专业进阶II课程修满12学分）。

荣誉课程修读及学分转换与认定原则按照2024年核科学与技术系本科（核物理方向卢鹤绂班）“荣誉项目”实施方案施行。完成荣誉项目路径修读要求的学生，可以向本系申请优先推免直研的资格，毕业时获得核工程与核技术专业（卢鹤绂班）毕业证书和荣誉学士学位证书。荣誉项目课程设置和修读要求请见核科学与技术系本科“荣誉项目”实施方案。下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。

3. 跨学科发展路径

要求修满24学分。要求修读2个非本专业独立开设的学程，可选择专业学程或跨科学程。学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。

学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。完成学程修读要求的学生可获得相应的学程证书。

4. 辅修学士学位路径

要求至少修读专业进阶I模块和1个外院系开设的辅修学士学位项目。辅修学士学位应与主修学士学位归属不同的本科专业大类。

辅修学士学位项目课程设置详见教务处辅修学士学位项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。完成辅修学士

学位项目修读要求，且达到学校毕业和学位授予要求的学生可获得相应的辅修学士学位证书。

5. 创新创业路径

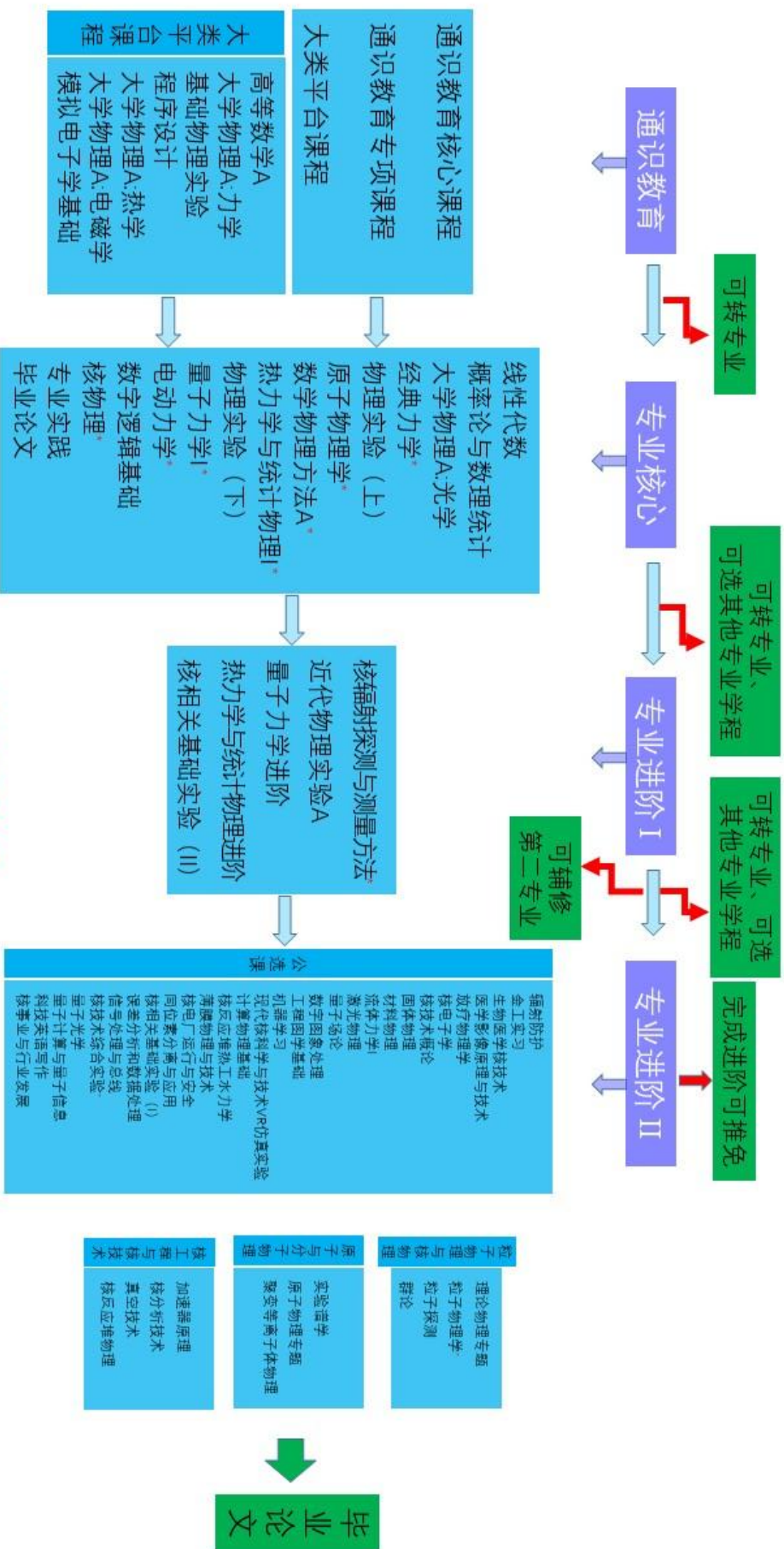
修满 24 学分。要求修读 1 个非本专业独立开设的学程（包括专业学程或跨学科学程）和 1 个创新创业学院开设的创新创业学程，学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。创新创业学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：

<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。

6. 其他

多元发展路径中，辅修学士学位项目或专业进阶课程模块均可以冲抵学程，专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

“核工程与核技术”专业（卢鹤绂班）课程结构示意图



四、指导性修读计划

根据核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）2+X 培养方案（2024）及实施指南（2020），我们提出相应的修读计划和选课建议，供各位同学修读参考。

本专业学生毕业时须满足通识教育课程（含通识核心课程和专项教育课程）44 学分、专业培养课程 77 学分（含毕业论文 6 学分）和多元发展路径课程的修读要求（至少 24 学分），总学分不低于 145 学分（含实践 36 学分；含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求；完成学业导师指导下的 4 个学期的科研实践并通过考核。荣誉项目总学分不低于 151 学分且含实践学分 38 分，达到学位要求者可授予工学学士学位（核工程与核技术专业：核物理卢鹤绂班）。

2+X 培养体系鼓励学生自主培养、个性化发展，同时为保障顺利完成修读计划和符合知识结构体系关联性，建议按本专业指导性修读计划的建议进行选课；因出国交流、休学等特殊情况导致无法按照指导性修读计划进行，学生需及时告知导师和院系，并根据院系开课情况做好修读计划调整安排。

核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）“2+X”本科修读计划

分类	应修学分	课程/模块名称	学分	周学时	修读要求	课程代码	周学时学期安排								备注					
							一	二	三	四	五	六	七	八						
通识教育	27	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3	必修	PTSS110090	3													
		思想道德与法治	3	3	必修	PTSS110089	3													
		中国近现代史纲要	3	3	必修	PTSS110088		3												
		马克思主义基本原理	3	3	必修	PTSS110087			3											
		毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3	必修	PTSS110082				3										
		强国之路：形势、政策与使命	2	2	必修	见思想政治理论课模块课程列表	0.5	0.5	0.5	0.5	①	①	①	①						
		思想政治理论课模块B组课程	2	2	选修			2												
		1 文史经典与文化传承模块课	2~3	2~3	必选8 学分 (每模块≤1 门)	见核心课程七大模块课程列表														
		2 哲学智慧与批判性思维模块	2~3	2~3																
		3 文明对话与世界视野模块课	2~3	2~3																
	4 社会研究与当代中国模块课	2~3	2~3																	
	5 科学探索与技术创新模块课	2~3	2~3																	
	6 生态环境与生命关怀模块课	2~3	2~3																	
	7 艺术创作与审美体验模块课	2~3	2~3																	
	17	复旦大学英语水平测试①	0	/	必考	/														
		大学外语课程	2~4	2~4	原则上不少于4学分	见大学外语课程列表	0~2	0~2												
		人工智能教学专项	3	3	必选	见人工智能教学专项课程列表	3													
体育课程		4	8	必选	见体育课程列表	2	2	2	2											
军事理论		2	2	必修	见军事理论		2													
军事技能		2	/	必修	见军事技能															
创新创业课程		/	/	选修	见专项教育课程创新创业部分															
心理健康教育		1~2	/	必选	见专项教育课程心理健康教育部分		1~2										总学时不少于32学时			
实验室安全教育	/	/	必修	见专项教育课程实验室安全教育部分												累计不少于16学时				

专业培养	大类基础	28	高等数学 A (上)	5	5+1	必修	MATH120021	5+1													
			大学物理 B (上)	4	4+1	必修	PHYS120013	4+1													
			基础物理实验	2	3	必修	PHYS120015	3													
			程序设计	4	5	必修	COMP120006	5													
			高等数学 A (下)	5	5+1	必修	MATH120022		5+1												
			大学物理 B (下)	4	4+1	必修	PHYS120014		4+1												
			模拟电子学基础	4	3+2	必修	INFO120002		3+2												
专业培养	大类基础	30	高等数学 A (上)	5	6	必修	MATH120021	6													
			大学物理 A: 力学	4	5	必修	PHYS120016	5													
			基础物理实验	2	3	必修	PHYS120015	3													
			程序设计	4	5	必修	COMP120006	5													
			高等数学 A (下)	5	5+1	必修	MATH120022		5+1												
			大学物理 A: 热学	2	2+1	必修	PHYS120017		2+1												
			大学物理 A: 电磁学	4	4+1	必修	PHYS120018		4+1												
			模拟电子学基础	4	4	必修	INFO120002				3+2										
	专业核心	47	线性代数	3	4	必修	PHYS130120			4											
			概率论与数理统计	2	2	必修	PHYS130119			2											
			大学物理 A: 光学	3	3+1	必修	PHYS130092			3+1											
			经典力学	3	4	必修	PHYS130003			4											
			物理实验(上)	2	3	必修	PHYS130004			3											
			原子物理学	3	4	必修	TCPH130014				4										
			数学物理方法 A	4	4+1	必修	PHYS130006				4+1										
			热力学与统计物理 I	4	4+1	必修	PHYS130113				4+1										
			物理实验(下)	2	3	必修	PHYS130005				3										
			量子力学 I	4	4+1	必修	PHYS130008					4+1									
			电动力学	4	4+1	必修	PHYS130114					4+1									
			数字逻辑基础	3	3	必修	INFO130331					3									
			核物理	3	3	必修	TCPH130001						3								
			专业实践	1		必修	TCPH130030													①	
			毕业论文	6		必修	TCPH130010													①	
			多元发展 ② 多元发展 ②	专业进阶路径	24	专业进阶课程 I	12	13	必选	见核工程与核技术专业（卢鹤绂班）培养方案											
						专业进阶课程 II	12		选修												
				荣誉项目路径					见核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）荣誉项目实施方案（2024）												

跨学科发展路径	24	学程 I	15~20		必选 2 个非本专业独立开设的学程	见教务处学程项目网页					15~20		
		学程 II	15~20									15~20	
辅修学士学位项目	55	专业进阶课程 I	15	16	必选	见核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）培养方案					16		
		非本专业辅修学士学位课程	40~42		选修	见教务处辅修学士学位项目网页					40		
创新创业路径	24	学程	15~20		必选	见教务处学程项目网页					15~20		
		创新创业学程	15~20		必选						15~20		

注：

- ① 据院系通知安排。
- ② 任选一种多元发展路径。
- ③ 应修学分：辅修学士学位路径***学分，其他发展路径***学分
- ④ 每学期选修学分不得超过 32 学分

第三章 核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）

教学培养方案与修读建议

一、培养目标及培养要求

本专业（吴征铠班）培养德智体美劳全面发展，具有良好的科学素养、卓越的创新意识、开阔的国际视野，能在核科学与技术及相关领域从事科研、教学、生产及市场开拓等工作的高级专门人才。

根据《复旦大学“2+X”本科培养体系建设暂行办法》，结合核科学与技术的学科特点与发展要求，在通识教育与工科大类基础教育的基础上，通过专业核心课程教育着重培养学生的核物理及其技术应用的专业核心能力；并通过专业进阶教育、学程教育、创新创业教育等环节，鼓励学生的多元化发展，拓宽学生自主化、个性化发展空间。

要求学生具备扎实的核相关物理、数学基础和实验技能；具有适应核工程与核技术多学科交叉特点的知识结构和较强的解决核工程与核技术应用实际问题的能力；具有跨文化交流能力。

二、毕业要求及授予学位类型

本专业学生毕业时须满足通识教育课程（含通识教育核心课程和专项教育课程）44学分、专业培养课程 77 学分（含专业实践 1 学分、毕业论文 6 学分）和多元发展路径课程的（不少于 24 学分）修读要求，总学分不低于 145 学分（含实践学分不低于 36 学分；含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求）。本专业学生应参加自第二学年暑假起的行业实践周。选修专业进阶路径学生必须按院系安排参与核工程与核技术行业导师指导的一年期科研实践，并通过考核。达到学位要求者授予工学学士学位。

留学生和港澳台侨学生的通识教育课程修读要求，以及留学生的水平测试要求，参见相应修读说明。

三、课程设置

（一） 通识教育课程（44 学分）

通识教育课程包括通识教育核心课程和专项教育课程。

1. 通识教育核心课程（27 学分）

要求修读 27 学分，含思想政治理论课 19 学分，七大模块课程 8 学分（同时回避第五模块“科学探索与技术创新”，即修读第五模块将不计入七大模块 8 个学分中），课程设置详见核心课程七大模块和核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）修读建议。

2. 专项教育课程（17 学分）

要求修读 17 学分，课程设置详见专项教育课程和核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）修读建议。

(二) 专业培养课程(77 学分)

专业培养课程包括大类基础课程和专业核心教育课程。

1. 大类基础课程(28 学分)

要求修读技术科学类基础课程 28 学分（含实践学分 7.4），课程设置见大类基础课程和专业修读建议。

2. 专业核心教育课程(49 学分)

要求修读 49 学分（含实践学分 18.4，部分课程学分可用荣誉课程学分替换），课程设置如下：

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	开课学期	备注
工程数学 A	TCPH130026	3	4		2	
数字逻辑基础	INFO130331	4	3+2	1.0	3	
物理实验（上）	PHYS130004	2	3	2.0	3	
原子物理学	TCPH130014	3	4		3	可选修荣誉课程
工程图学基础	TCPH130054	2	3	0.6	3	
误差分析和数据处理	TCPH130016	2	2		3	
数学物理方法 A	PHYS130006	4	4+1	0.8	4	可选修荣誉课程
物理实验（下）	PHYS130005	2	3	2.0	4	
核电子学	TCPH130004	3	3	0.6	4	
核物理	TCPH130001	3	3		4	可选修荣誉课程
理论物理（上）	TCPH130027	4	4+1		4	
核技术概论	TCPH130005	3	3		5	全英语课程
辐射防护	TCPH130002	2	2		5	
金工实习	MECH130100	1	2	1.0	5	
核相关基础实验（I）	TCPH130048	3	4	3.0	5	
核科学前沿讲座	TCPH130040	1	1		1-7	
专业实践	TCPH130030	1		1.0	7	
毕业论文	TCPH130010	6		6.0	8	

(三) 多元发展路径课程

多元发展包括专业进阶、荣誉项目、跨学科发展（含辅修学士学位项目）和创新创业等不同路径，要求在院系专业导师指导下选择其中一条发展路径，按路径要求修读课程。

2. 专业进阶路径

要求修满 24 学分，其中专业进阶 I 修读 15 学分、专业进阶 II 修读 9 学分（可在本培养方案专业进阶 II 的方向模块或《核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）“2+X”本科培养方案（2024 级）》中的“原子与分子物理”、“粒子物理与核物理”中任选一个模块完成，课程选择范围包括专业进阶 II 公选课程及选修模块内课程。完成专业进阶 I 修读要求的学生，可以向核科学与技术系申请推免直研资格，并有机会获得核科学与技术系系主任署名的推荐信。

专业进阶模块课程设置如下：

模块名称	课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	开课学期	备注
专业进阶 I	理论物理（下）	TCPH130028	4	4+1		5	可选修荣誉
	核辐射探测与测量方法	TCPH130003	3	3		5	可选修荣誉
	加速器原理	TCPH130007	2	2		6	
	核相关基础实验（II）	TCPH130049	3	4	3.0	6	
	计算物理基础	TCPH130035	2	2		秋	
	核技术综合实验	TCPH130008	3	4	3.0	7	必修，可选
专业进阶 II 课程	理论物理专题	TCPH130059	3	3		春	可选修荣誉课程
	原子物理专题	TCPH130060	3	3		春	
	量子力学进阶	TCPH130057	3	3		春	
	热力学与统计物理进阶	TCPH130058	3	3		春	
	粒子物理学	TCPH130044	3	3		秋	
	粒子探测	TCPH130056	3	3	1.0	秋	
	群论	PHYS130068	3	3		秋	全英语课程
	量子场论	PHYS130069	3	3		春	
	材料物理	MATE130010	3	3	0.5	秋	
	流体力学 I	MECH130009	4	4		秋	
	固体物理	PHYS130010	4	5		春	物理系开设
	聚变等离子体物理	TCPH130053	3	3		秋	
	激光原理与技术	INFO130044	3	3	1.0	秋	
	实验谱学	TCPH130052	3	3		春	
	薄膜物理与技术	TCPH130017	2	2		秋	
	信号处理与总线	TCPH130034	2	2		秋	
	机器学习	INFO130342	2	3	0.5	秋	信息学院开设
	数字图象处理	COMP130032	3	3	1.0	春	计算机学院开设
	现代核科学与技术 VR 仿真	TCPH130050	2	2	2.0	秋	
	量子光学	PHYS130089	3	3		秋	物理系开设
量子计算与量子信息	PHYS130067	3	3		秋	物理系开设	
生命科学中的微量元素	TCPH130022	2	2		秋		
医学基础 I	MED130262	2	2		春、秋		

现代生物科学导论 A	BIOL120002	3	3		春、秋	生科院开设
医学物理实验	PHYS130088	2	3	2.0	秋	物理系开设
科技英语写作	TCPH130023	2	2		春、秋	
核事业与行业发展	TCPH115001	1	1		秋	创新创业模块，建
生物医核技术	TCPH130041	3	3		6	核与生物医学交叉课程
医学影像原理与技术	TCPH130042	3	3		6	
放疗物理学	TCPH130043	3	3		7	
核分析技术	TCPH130012	3	3		7	核技术类课程
同位素分离与应用	TCPH130051	2	2		7	
核电厂运行与安全	TCPH130047	3	3		7	核工程类课程
核反应堆物理	TCPH130045	4	4		6	
核反应堆热工水力学	TCPH130046	3	3		7	

2. 荣誉项目路径

要求至少完成 6 门荣誉课程的修读，且满足专业进阶路径的要求（专业进阶 I 课程修满 15 学分，专业进阶 II 课程修满 9 学分）。

荣誉课程修读及学分转换与认定原则按照 2024 年核科学与技术系本科“荣誉项目”（核技术方向吴征铠班）实施方案施行。完成荣誉项目路径修读要求的学生，可以向本系申请优先推免直研的资格，并可获得复旦学院提供的推荐信，毕业时获得核工程与核技术专业毕业证书和荣誉学士学位证书。荣誉项目课程设置和修读要求请见核科学与技术系本科“荣誉项目”实施方案。下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。

3. 跨学科发展路径

要求至少修读专业进阶 I 模块和 1 个外院系开设的辅修学士学位项目。

辅修学士学位项目课程设置详见教务处辅修学士学位项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。完成辅修学士学位项目修读要求，且达到学校毕业和学位授予要求的学生可获得相应的辅修学士学位证书。

4. 辅修学士学位路径

要求至少修读本专业进阶课程***学分和 1 个辅修学士学位项目，辅修学士学位应与主修学士学位归属不同的本科专业大类。

辅修学士学位项目课程设置详见教务处辅修学士学位项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。完成辅修学士学位项目修读要求，且达到学校毕业和学位授予要求的学生可获得相应的辅修学士学位证书。

5. 创新创业路径

修满 24 学分。要求修读 1 个非本专业独立开设的学程和 1 个创新创业学院开设的创新创业学程，学分不足部分可在全校所有本科生课程中任意选修。创新创业学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。

6. 其他

多元发展路径中，辅修学士学位项目或专业进阶课程模块均可以冲抵学程，不同模块的共享课程只计算一次学分。

四、指导性修读计划

根据核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）2+X 培养方案（2024）及实施指南（2020），我们提出相应的修读计划和选课建议，供各位同学修读参考。

本专业学生毕业时须满足通识教育课程（含通识教育核心课程和专项教育课程）44 学分、专业培养课程 77 学分（含专业实践 1 学分、毕业论文 6 学分）和多元发展路径课程的（不少于 24 学分）修读要求，总学分不低于 145 学分（含实践学分不低于 36 学分；含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求）。本专业学生应参加自第二学年暑假起的行业实践周。选修专业进阶路径学生必须按院系安排参与核工程与核技术行业导师指导的一年期科研实践，并通过考核。达到学位要求者授予工学学士学位。

留学生和港澳台侨学生的通识教育课程修读要求，以及留学生的水平测试要求，参见相应修读说明。

2+X 培养体系鼓励学生自主培养、个性化发展，同时为保障顺利完成修读计划和符合知识结构体系关联性，建议按本专业指导性修读计划的建议进行选课；因出国交流、休学等特殊情况导致无法按照指导性修读计划进行，学生需及时告知导师和院系，并根据院系开课情况做好修读计划调整安排。

核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）“2+X”本科修读计划

分类	应修学分	课程/模块名称	学分	周学时	修读要求	课程代码	周学时学期安排								备注	
							一	二	三	四	五	六	七	八		
通识核心	27	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3	必修	PTSS110090	3									
		思想道德与法治	3	3	必修	PTSS110089	3									
		中国近现代史纲要	3	3	必修	PTSS110088		3								
		马克思主义基本原理	3	3	必修	PTSS110087			3							
		毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3	必修	PTSS110082				3						
		强国之路：形势、政策与使命	2	2	必修	见思想政治理论课模块课程列表	0.5	0.5	0.5	0.5	①	①	①	①		
		思想政治理论课模块 B 组课程	2	2	选修			2								
		1 文史经典与文化遗产模块课	2~3	2~3	必选 8 学分 (每模块≤1 门)	见核心课程七大模块课程列表										
		2 哲学智慧与批判性思维模块	2~3	2~3												
		3 文明对话与世界视野模块课	2~3	2~3												
		4 社会研究与当代中国模块课	2~3	2~3												
		5 科学探索与技术创新模块课	2~3	2~3												
		6 生态环境与生命关怀模块课	2~3	2~3												
7 艺术创作与审美体验模块课	2~3	2~3														
通识教育	17	复旦大学英语水平测试①	0	/	必考	/										
		大学外语课程	2~4	2~4	原则上不少于 4 学分	见大学外语课程列表	0~2	0~2								
		人工智能教学专项	3	3	必选	见人工智能教学专项课程列表	3									
		体育课程	4	8	必选	见体育课程列表	2	2	2	2						
		军事理论	2	2	必修	见军事理论		2								
		军事技能	2	/	必修	见军事技能										
		创新创业课程	/	/	选修	见专项教育课程创新创业部分										
		心理健康教育	1~2	/	必选	见专项教育课程心理健康教育部分		1~2							总学时不少于 32 学时	
		实验室安全教育	/	/	必修	见专项教育课程实验室安全教育部分									累计不少于 16 学时	

专业培养	大类基础	28	高等数学 A (上)	5	6	必修	MATH120021	6												
			大学物理 A: 力学	4	5	必修	PHYS120016	5												
			基础物理实验	2	3	必修	PHYS120015	3												
			程序设计	4	5	必修	COMP120006	5												
			高等数学 A (下)	5	5+1	必修	MATH120022		5+1											
			大学物理 A: 热学	2	2+1	必修	PHYS120017		2+1											
			大学物理 A: 电磁学	4	4+1	必修	PHYS120018		4+1											
			模拟电子学基础	4	4	必修	INFO120002				3+2									
专业培养	专业核心	49	工程数学 A	3	4	必修	TCPH130026	4												
			数字逻辑基础	4	3+2	必修	INFO130331			3+2										
			物理实验 (上)	2	3	必修	PHYS130004			3										
			原子物理学	3	4	必修	TCPH130014			4										
			工程图学基础	2	3	必修	TCPH130054			3										
			误差分析和数据处理	2	2	必修	TCPH130016			2										
			数学物理方法 A	4	4+1	必修	PHYS130006				4+1									
			物理实验 (下)	2	3	必修	PHYS130005				3									
			核电子学	3	3	必修	TCPH130004				3									
			核物理	3	3	必修	TCPH130001				3									
			理论物理 (上)	4	4+1	必修	TCPH130027				4+1									
			核技术概论	3	3	必修	TCPH130005					3								
			辐射防护	2	2	必修	TCPH130002					2								
			金工实习	1	2	必修	MECH130100					2								
			核相关基础实验 (I)	3	4	必修	TCPH130048					4								
			核科学前沿讲座	1	1	必修	TCPH130040	①	①	①	①	①	①	①						
			专业实践	1		必修	TCPH130030												①	
			毕业论文	6		必修	TCPH130010													①
多元发展 ② 多元发展 ②	专业进阶路径	24	专业进阶课程 I	15		必选	见核工程与核技术专业 (核技术方向吴征铠班) 培养方案													
			专业进阶课程 II	9		选修														
	荣誉项目路径	24				见核工程与核技术专业核技术方向吴征铠) 荣誉项目实施方案 (2024)														
跨学科发展路径	24	学程 I	15~20		必选 2 个非本专业独立开	见教务处学程项目网页									15~20					
		学程 II	15~20											15~20						

					设的 学程								
辅修 学士 学位 项目	55	专业进阶课程 I	15	16	必选	见核工程与核 技术专业（核 技术方向吴征 铠班）培养方 案					16		
		非本专业辅修学士学位课程	40~4 2		选修	见教务处辅修 学士学位项目 网页					40		
创新 创业 路径	24	学程	15~2 0		必选	见教务处学程 项目网页					15~20		
		创新创业学程	15~2 0		必选						15~20		

注：

- ① 据院系通知安排。
- ② 任选一种多元发展路径。
- ③ 应修学分：辅修学士学位路径***学分，其他发展路径***学分
- ④ 每学期选修学分不得超过 32 学分

第四章 物理学（核物理方向）专业

培养方案与修读建议（强基班适用）

一、培养目标

培养德智体美劳全面发展，具有良好科学素养和创新意识，物理专业水平拔尖，能在核物理及相关学科中从事科研、教学、技术应用等方面工作的高级人才。

按照“科学基础宽厚，学科支柱坚实，专业特色明显”的人才培养要求，全面提升学生的综合素质。学生应具有良好的思想道德素质和科学的世界观。培养学生具有丰富的人文素养、良好科学素养和创新意识、开阔的国际视野和跨文化环境下的交流与合作能力。热爱核物理，有志于服务核科学相关的国家重大战略需求。

二、基本要求

学生应系统地掌握物理学的基本理论和基本实验方法，具备必需的数学基础知识；提高发现问题、提出问题、解决问题和获取新知识的能力；了解物理学的前沿和发展动态，提升物理学素养，具有批判精神和较好的表达和团队协作能力；具有宽广的知识面，了解相关学科的一般知识；得到初步科研训练，掌握基本的科研方法；熟练利用外语和现代信息化等技术手段获取专业资料。

三、修业年限：四年

核物理学专业强基班学生入校后应选择核工程与核技术专业（卢鹤绂班）“2+X”培养方案中的“专业进阶”或“荣誉项目”路径，鼓励选择“荣誉项目”路径。

优先强基班学生参加各项物理竞赛，校、系级的科研训练项目及开展出国交流计划等；在学期中或暑期邀请国内外知名学者前来授课，夯实物理基础并促进学生充分接触前沿。

强基班学生在二年级结束时进行学业考核，考核内容包括：学习成绩、荣誉课程学习情况、综合评价（学生写不超过1000字的自述，内容可包括参加竞赛、比赛、科研实践情况及物理志趣等内容）。未能通过学业考核的同学须退出强基班进入核工程与核技术专业。

强基班学生可在每学年结束时，主动申请退出强基计划。

主动退出和考核不合格退出的学生，进入核工程与核技术专业，退出的学生不得转专业。

在强基班有缺额的情况下，核工程与核技术专业专业同年级的学生可在二年级结束时向系里提出申请，经系组织专家组考核通过后，补入强基班，补录的考核内容包括：

学习成绩、荣誉课程学习情况、综合评价（学生写不超过 1000 字的自述，内容可包括参加竞赛、比赛、科研实践情况及物理志趣等内容）等。

通过第三学年考核的学生自动获得本校转段资格，可在本科毕业、获得物理学学士学位后转段至核物理与粒子物理专业或其它物理专业以及物理类相关学科攻读博士研究生学位，如申请转段外系相关专业，需通过该单位组织的考核。

获得转段资格的学生，可在大四年级核物理与粒子物理专业或其它物理专业以及物理类相关学科的研究生课程、确定研究生指导教师和课题，实现本-研课程及学术的贯通培养，促进连续性课程学习和科学研究，进一步强化核物理学科的优秀人才培养。

四、学位与学分要求

1、专业进阶路径：本路径学生在学期间必须修满教学计划规定的 155 学分（含实践学分不低于 39.3 学分、含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动、劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求）方能毕业。其中包括通识教育课程 49 学分、专业培养课程 77 学分（含毕业论文 6 学分）和专业进阶路径课程 30 学分的修读；达到学位要求者授予理学学士学位。

2、荣誉项目路径：本路径学生在学期间必须修满教学计划规定的 158 学分（含实践学分不低于 40.3 学分、含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动、劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求）方能毕业。其中包括通识教育课程 49 学分、专业培养课程 82 学分（含毕业论文 6 学分，荣誉课程至少修读 24 学分、专业进阶 I 和专业进阶 II 分别修读至少 15 学分）；达到学位要求者授予理学学士学位，达到物理学系“荣誉证书”获得条件的授予“荣誉证书”。

留学生和港澳台侨学生的通识教育课程修读要求，参见相应修读说明。

五、课程设置与修读要求

（一）通识教育课程（44 学分）

通识教育课程包括通识教育核心课程和专项教育课程。

1. 通识教育核心课程（27 学分）

要求修读 27 学分，含思想政治理论课 19 学分，七大模块课程 8 学分（每模块最多修读 1 门课程，同时回避第五模块“科学探索与技术创新”，即修读第五模块将不计入七大模块 8 个学分中），课程设置详见核心课程七大模块和物理学（核物理方向）强基班修读建议。

2. 专项教育课程（17 学分）

要求修读 17 学分，课程设置详见专项教育课程和物理学（核物理方向）强基班“2+X”修读建议。

(二) 专业培养课程(77 学分)

专业培养课程包括大类基础课程和专业核心教育课程。

1. 大类基础课程(30 学分)

要求修读技术科学类基础课程 30 学分（含实践学分 8.1）。

2. 专业核心教育课程(47 学分)

要求修读 47 学分（含实践学分 17.4）。

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践 学分	开课 学期	备注
线性代数	PHYS130120	3	4	0.5	3	
概率论与数理统计	PHYS130119	2	2		3	
大学物理 A: 光学	PHYS130092	3	3+1	0.8	3	
经典力学	PHYS130003	3	4	0.25	3	可修读荣誉课程
物理实验(上)	PHYS130004	2	3	2	3	
原子物理学	TCPH130014	3	4	0.8	4	可修读荣誉课程
数学物理方法 A	PHYS130006	4	4+1	0.8	4	可修读荣誉课程
热力学与统计物理 I	PHYS130113	4	4+1	0.8	4	可修读荣誉课程
物理实验(下)	PHYS130005	2	3	2	4	
量子力学 I	PHYS130008	4	4+1	0.8	5	可修读荣誉课程
电动力学	PHYS130114	4	4+1	0.8	5	可修读荣誉课程
核辐射探测与测量方法	TCPH130003	3	3	0.6	5	可修读荣誉课程
核物理	TCPH130001	3	3	0.6	6	可修读荣誉课程
专业实践	TCPH130030	1		1	7	
毕业论文	TCPH130010	6		6	8	

(三) 发展路径课程

包括专业进阶路径、含荣誉项目路径，要求在院系学业导师或科研实践导师指导下选择 1 条发展路径，按路径要求修读课程。

1. 专业进阶路径

修满 24 学分。要求在本专业进阶模块课程中修读至少 24 学分（其中专业进阶 I 和专业进阶 II 分别修读 12 学分）。完成专业进阶路径修读要求的学生，有机会获得物理学系系主任署名的推荐信。

专业进阶模块课程设置如下：

(1) 专业进阶 I(12 学分)

模块名称	课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	开课学期	备注
专业进阶 I	近代物理实验 A	PHYS130056	3	3	3	5	
	量子力学进阶	TCPH130057	3	3		6	
	热力学与统计物理进阶	TCPH130058	3	3		6	
	核相关基础实验 (II)	TCPH130049	3	4	3	6	

(2) 专业进阶 II (12 学分)

在学业导师或科研实践导师指导下选课并完成修读 9 学分。

专业进阶 II 课程	数字逻辑基础	INF0130331	4	3+2	1	秋	
	金工实习	MECH130100	1	2	1	6	
	核技术概论	TCPH130005	3	3		7	
	计算物理基础	TCPH130035	2	2	0.25	秋	
	辐射防护	TCPH130002	2	2		秋	
	生物医学核技术	TCPH130041	3	3		春	
	医学影像技术	TCPH130019	2	2		春	
	放疗物理学	TCPH130043	3	3		秋	
	核电子学	TCPH130004	3	3		春	
	固体物理	PHYS130010	4	5		春	物理系开设
	材料物理	MATE130010	3	3	0.5	秋	
	流体力学 I	MECH130009	4	4		秋	
	激光物理	PHYS130018	3	3		春	物理系开设
	量子场论	PHYS130069	3	3		春	物理系开设
	数字图象处理	COMP130032	3	3	1	春	计算机学院
	工程图学基础	TCPH130054	2	3	0.6	秋	
	机器学习	INF0130342	2	3	0.5	秋	信息学院
	现代核科学与技术 VR 仿真	TCPH130050	2	2	2	秋	
	核反应堆热工水力学	TCPH130046	3	3		秋	
	薄膜物理与技术	TCPH130017	2	2		秋	
	核电厂运行与安全	TCPH130047	3	3		秋	
	同位素分离与应用	TCPH130051	2	2		秋	
	核相关基础实验 (I)	TCPH130048	3	4	3	秋	
	误差分析和数据处理	TCPH130016	2	2		秋	
	信号处理与总线	TCPH130034	2	2		秋	
	核技术综合实验	TCPH130008	3	4	3	秋	可选修荣誉课程
	量子光学	PHYS130089	3	3		秋	物理系开设
	量子计算与量子信息	PHYS130067	3	3		秋	物理系开设
	群论	PHYS130068	3	3		秋	物理系开设
	科技英语写作	TCPH130023	2	2		春、秋	
	核事业与行业发展	TCPH115001	1	1		秋	
	理论物理专题	TCPH130059	3	3		春	粒子物理与核物理类课程
粒子物理学	TCPH130044	3	3		秋		
粒子探测	TCPH130056	3	3	1	秋		
实验谱学	TCPH130052	3	3		春	原子与分子物理类课程	

	原子物理专题	TCPH130060	3	3		春	
	聚变等离子体物理	TCPH130053	3	3		秋	
	加速器原理	TCPH130007	2	2		春	核工程与核技术类 课程
	核分析技术	TCPH130012	3	3		秋	
	核反应堆物理	TCPH130045	4	4		春	

2. 荣誉项目路径

要求至少完成 6 门荣誉课程的修读，且满足专业进阶路径的要求（专业进阶 I 课程修满 15 学分，专业进阶 II 课程修满 9 学分）。

荣誉课程修读及学分转换与认定原则参照 2024 年核科学与技术系本科(核物理方向卢鹤绂班)“荣誉项目”实施方案施行。完成荣誉项目路径修读要求的学生，可以向本系申请优先推免直研的资格，毕业时获得物理学(核物理方向)强基班毕业证书和荣誉学士学位证书。荣誉项目课程设计和修读要求请见核科学与技术系本科“荣誉项目”实施方案。下载地址：<https://jwc.fudan.edu.cn/>（复旦大学教务处）-专业培养-常用文档。

六、主要实践性教学环节：

实验课程，本科生科研实践项目，学科竞赛，创新创业教育，毕业设计/毕业论文。

七、指导性修读计划

根据 2024 级物理学(核物理方向)专业培养方案(强基班适用)及实施指南(2020),我们提出相应的修读计划和选课建议,供各位同学修读参考。

专业进阶路径: 本路径学生在学期间必须修满教学计划规定的 155 学分(含实践学分不低于 39.3 学分、含美育学分不少于 2 学分,其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分,并至少参与一项艺术实践活动、劳动教育不少于 32 学时,并满足劳动周教育要求)方能毕业。其中包括通识教育课程 49 学分、专业培养课程 77 学分(含毕业论文 6 学分)和专业进阶路径课程 30 学分的修读;达到学位要求者授予理学学士学位。

荣誉项目路径: 本路径学生在学期间必须修满教学计划规定的 158 学分(含实践学分不低于 40.3 学分、含美育学分不少于 2 学分,其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分,并至少参与一项艺术实践活动、劳动教育不少于 32 学时,并满足劳动周教育要求)方能毕业。其中包括通识教育课程 49 学分、专业培养课程 82 学分(含毕业论文 6 学分,荣誉课程至少修读 24 学分、专业进阶 I 和专业进阶 II 分别修读至少 15 学分);达到学位要求者授予理学学士学位,达到物理学系“荣誉证书”获得条件的授予“荣誉证书”。

留学生和港澳台侨学生的通识教育课程修读要求,参见相应修读说明。2+X 培养体系鼓励学生自主培养、个性化发展,同时为保障顺利完成修读计划和符合知识结构体系关联性,建议按本专业指导性修读计划的建议进行选课;因出国交流、休学等特殊情况导致无法按照指导性修读计划进行,学生需及时告知导师和院系,并根据院系开课情况做好修读计划调整安排。

物理学（核物理方向）专业修读建议（强基班适用）

分类	应修学分	课程/模块名称	学分	周学时	修读要求	课程代码	周学时学期安排								备注		
							一	二	三	四	五	六	七	八			
通识教育	通识核心 27	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3	必修	PTSS110090	3										
		思想道德与法治	3	3	必修	PTSS110089	3										
		中国近现代史纲要	3	3	必修	PTSS110088		3									
		马克思主义基本原理	3	3	必修	PTSS110087			3								
		毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3	必修	PTSS110082				3							
		强国之路：形势、政策与使命	2	2	必修	见思想政治理论课模块课程列表	0.5	0.5	0.5	0.5	①	①	①	①			
		思想政治理论课模块 B 组课程	2	2	选修			2									
		1 文史经典与文化传承模块课	2~3	2~3	必选 8 学分 (每模块 ≤ 1 门)	见核心课程七大模块课程列表											
		2 哲学智慧与批判性思维模块	2~3	2~3													
		3 文明对话与世界视野模块课	2~3	2~3													
	4 社会研究与当代中国模块课	2~3	2~3														
	5 科学探索与技术创新模块课	2~3	2~3														
	6 生态环境与生命关怀模块课	2~3	2~3														
	7 艺术创作与审美体验模块课	2~3	2~3														
	通识教育	通识专项 17	复旦大学英语水平测试①	0	/	必考	/										
			大学外语课程	2~4	2~4	原则上不少于 4 学分	见大学外语课程列表	0~2	0~2								
			人工智能教学专项	3	3	必选	见人工智能教学专项课程列表	3									
体育课程			4	8	必选	见体育课程列表	2	2	2	2							
军事理论			2	2	必修	见军事理论		2									
军事技能			2	/	必修	见军事技能											
创新创业课程			/	/	选修	见专项教育课程创新创业部分											
心理健康教育			1~2	/	必选	见专项教育课程心理健康教育部分		1~2							总学时不少于 32 学时		
实验室安全教育			/	/	必修	见专项教育课程实验室安全教育部分									累计不少于 16 学时		
专业	大类	30	高等数学 A（上）	5	6	必修	MATH120021	6									

培养	基础		大学物理 A: 力学	4	5	必修	PHYS120016	5											
			基础物理实验	2	3	必修	PHYS120015	3											
			程序设计	4	5	必修	COMP120006	5											
			高等数学 A (下)	5	5+1	必修	MATH120022		5+1										
			大学物理 A: 热学	2	2+1	必修	PHYS120017		2+1										
			大学物理 A: 电磁学	4	4+1	必修	PHYS120018		4+1										
			模拟电子学基础	4	4	必修	INFO120002				3+2								
专业 培养	专业 核心	47	线性代数	3	4	必修	PHYS130120		4										
			概率论与数理统计	2	2	必修	PHYS130119		2										
			大学物理 A: 光学	3	3+1	必修	PHYS130092		3+1										
			经典力学	3	4	必修	PHYS130003		4										
			物理实验(上)	2	3	必修	PHYS130004		3										
			原子物理学	3	4	必修	TCPH130014			4									
			数学物理方法 A	4	4+1	必修	PHYS130006			4+1									
			热力学与统计物理 I	4	4+1	必修	PHYS130113			4+1									
			物理实验(下)	2	3	必修	PHYS130005			3									
			量子力学 I	4	4+1	必修	PHYS130008				4+1								
			电动力学	4	4+1	必修	PHYS130114				4+1								
			核辐射探测与测量方法	3	3	必修	TCPH130003				3								
			核物理	3	3	必修	TCPH130001					3							
			专业实践	1		必修	TCPH130030										①		
			毕业论文	6		必修	TCPH130010											①	
多元 发展 ②	专业 进阶 路径	24	专业进阶课程 I	12	13	必修	见核工程与核 技术专业（核 物理方向卢鹤 绂班）培养方 案												
			专业进阶课程 II	12		必修													
	荣誉 项目 路径	24					见核工程与核 技术专业（核 物理方向卢鹤 绂班）荣誉项 目实施方案 （2024）												

注：

① 据院系通知安排。

② 任选一种多元发展路径。

第五章 核物理+人工智能 双学士学位本科 2+X 教学

培养方案与修读建议

一、培养目标及培养要求

本双学士学位项目旨在培养德智体美劳全面发展，具有深厚的科学素养、卓越的创新意识、开阔的国际视野，能在核科学、人工智能及其相关前沿领域从事科研、教学、高新技术开发的高级专门人才。

根据《复旦大学“X+AI”双学士学位项目建设实施方案》，结合核物理的学科特点与前沿发展要求，将通识教育、核物理专业教育和人工智能教育有机融合，以拓宽学生自主选择和个性化发展道路与空间。

通过系统的理论学习和实践训练，毕业生将具备扎实的核物理和人工智能基础知识、基本理论，掌握两个学科交叉领域的应用技能。他们将保持终身学习热情，根据个人兴趣及发展需要不断进取，成长为胜任并引领未来核物理和人工智能及相关领域的国际前沿竞争和发展的高端人才。核物理和人工智能双学位班同学，按照学校后续相关要求进行修读。

二、毕业要求及授予学位类型

本双学位项目学生毕业时须满足通识教育课程 39 学分（含通识核心课程 25 学分和专项教育课程 14 学分）、专业培养课程 114 学分（含大类基础课 33 学分和专业核心教育课 81 学分）和多元发展课程 24 学分，总学分不低于 177 学分（含实践 39.5 学分；含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求。达到学位要求者可授予理学、工学学士学位。

三、课程设置

（一）通识教育课程（39 学分）

通识教育课程包括通识教育核心课程和专项教育课程，要求修读学分 38。

1. 通识教育核心课程（25 学分）

要求修读 25 学分，含思想政治理论课 19 学分，七大模块课程 6 学分（每模块最多修读 1 门课程，同时回避第五模块“科学探索与技术创新”），课程设置详见通识教育核心课程七大模块和核物理学-人工智能专业课程修读建议。

3. 专项教育课程 (15 学分)

要求修读 15 学分。课程设置详见专项教育课程和核物理-人工智能双学士学位修读建议。

(二) 专业培养课程(114 学分)

包括大类基础课程和专业核心教育课程。

1. 大类基础课程(33 学分)

要求修读 33 学分。其中 A 组课程为第一学位课程，修读 26 学分。B 组为第二学位课程，修读 7 学分。课程设置详见大类基础课程和核物理学-人工智能专业修读建议。

2. 专业核心教育课程(81 学分)

要求修读 81 学分（部分课程学分可用荣誉课程学分替换）。其中 A 组课程为第一学位课程，修读 46 学分。B 组课程为第二学位课程，修读 35 学分。设置如下：

课程模块	课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	开课学期	备注
A 组	线性代数	PHYS130120	3	4	0.5	3	
	概率论与数理统计	PHYS130119	2	2		3	
	大学物理 A: 光学	PHYS130092	3	3+1	0.8	3	
	经典力学	PHYS130003	3	4		3	可修读荣誉课程
	物理实验(上)	PHYS130004	2	3	2	3	
	原子物理学	TCPH130014	3	4		4	可修读荣誉课程、AI 辅助教学课程
	数学物理方法 A	PHYS130006	4	4+1	0.8	4	可修读荣誉课程
	热力学与统计物理 I	PHYS130113	4	4+1	0.8	4	可修读荣誉课程
	物理实验(下)	PHYS130005	2	3	2	4	
	量子力学 I	PHYS130008	4	4+1	0.8	5	可修读荣誉课程
	电动力学	PHYS130114	4	4+1	0.8	5	可修读荣誉课程
	核辐射探测与测量方法	TCPH130003	3	3		5	可修读荣誉课程
核物理	TCPH130001	3	3		6	可修读荣誉课程	
毕业论文	TCPH130010	6		6	8		
B 组	人工智能的编程基础	新开课	2	2	1	2	
	数据结构	新开课	4	3+2	2	3	包含算法
	人工智能的数学基础	新开课	3	3	1	3	包含概率论以及最优化方法
	计算机系统基础	新开课	3	3+2	2	3	
	人工智能导论	新开课	3	3	1	4	
	人工智能的软件基础	新开课	3	3	2	4	包含操作系统、编译等
	模式识别与机器学习	新开课	3	3	1	5	
人工智能安全	新开课	3	3	1	5		

人工智能的伦理与治理	新开课	2	2+1	1	4 或 6
自然语言处理和大语言模型	新开课	3	3	1	6
计算机视觉	新开课	3	3	2	7
人工智能前沿探索实践	新开课	3	3	2	7

(三) 多元发展路径课程

多元发展包括专业进阶，按路径要求修读课程。

2. 专业进阶路径

要求修满 24 学分。专业进阶 I 需修满 18 学分。其中 A 组课程为第一学位课程，修读不少于 9 学分。B 组为第二学位课程。专业进阶 II 模块修读 6 学分。修读专业进阶 I 的超出学分可以替代专业进阶 II 学分。

专业进阶模块课程设置如下：

(1) 专业进阶 I 模块（18 学分）

模块名称	课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	开课学期	备注	
专业进阶 I	A 组	AI 与实验数据分析	新开课	3	3	3	6	AI-S 类课程
		AI 与粒子探测	新开课	3	3		7	AI-S 类课程
		AI 与理论核物理	新开课	3	3		7	AI-S 类课程
		核物理中的 AI 应用实践	新开课	3	4	3	7	AI-S 类课程
		计算物理基础	TCPH130035	2	2		7	
	B 组	集合与图论	新开课	3	3+1	1	3	
		计算机组成与体系结构	新开课	4	3+2	2	4	
		数据库引论	新开课	3	3+2	1	4	
		计算机网络	新开课	3	3+2	1	5	
		软件工程	新开课	3	3	0	6	
	机器学习系统	新开课	3	3	1	6		

(2) 专业进阶 II 模块（6 学分）

	数字逻辑基础	INF0130331	4	3+2	1	5	
	核电子学	TCPH130004	3	3		6	
	量子力学进阶	TCPH130057	3	3		6	
	热力学与统计物理进阶	TCPH130058	3	3		6	
	近代物理实验 I	PHYS130058	4	4	4	6	
	固体物理	PHYS130010	4	5		6	物理系开设
	核相关基础实验 (II)	TCPH130049	3	4	3	7	
	科技英语写作	TCPH130023	2	2		春、秋	
	核事业与行业发展	TCPH115001	1	1		秋	创新创业类课
粒子物理与核物理	理论物理专题	TCPH130059	3	3		6	
	粒子物理学	TCPH130044	3	3		7	
	粒子探测	TCPH130056	3	3	1	7	
	误差分析和数据处理	TCPH130016	2	2		7	

	量子场论	PHYS130069	3	3		6	物理系开设
	群论	PHYS130068	3	3		7	物理系开设
原子与分子物理	实验谱学	TCPH130052	3	3		6	
	原子物理专题	TCPH130060	3	3		6	
	聚变等离子体物理	TCPH130053	3	3		7	
	激光物理	PHYS130018	3	3		6	物理系开设
	量子光学	PHYS130089	3	3		7	物理系开设
	量子计算与量子信息	PHYS130067	3	3		7	物理系开设
核工程与核技术	核技术概论	TCPH130005	3	3		6	
	核技术综合实验	TCPH130008	3	4	3	7	
	加速器原理	TCPH130007	2	2		6	
	核反应堆热工水力学	TCPH130046	3	3		7	
	核电厂运行与安全	TCPH130047	3	3		7	
	同位素分离与应用	TCPH130051	2	2		7	
	生物医学核技术	TCPH130041	3	3		6	
	医学影像原理与技术	TCPH130042	3	3		6	
	核分析技术	TCPH130012	3	3		7	
	核反应堆物理	TCPH130045	4	4		6	
	现代核科学与技术 VR 仿真	TCPH130050	2	2	2	秋	AI-T 类课程
	材料物理	MATE130010	3	3	0.5	秋	材料科学系开设
流体力学 I	MECH130009	4	4		秋	航空航天系开设	

2. 荣誉项目路径

要求至少完成 6 门荣誉课程的修读，且满足专业进阶路径的要求。荣誉课程修读及学分转换与认定原则按照 2024 年核科学与技术系本科（核物理方向卢鹤绂班）“荣誉项目”实施方案施行。完成荣誉项目路径修读要求的学生，可以向本系申请优先推免直研的资格，并可获得复旦学院提供的推荐信，毕业时获得荣誉学士学位证书。荣誉项目课程设置和修读要求请见核科学与技术系本科“荣誉项目”实施方案。下载地址：<http://www.fdcollge.fudan.edu.cn/>（复旦大学本科教学信息网）资料下载-培养与质量-培养方案-本科荣誉项目。

3. 创新创业路径

要求修读 1 个非本专业独立开设的学程（包括专业学程或跨科学程）和 1 个创新创业学院开设的创新创业学程，学分必需满创新创业路径的最低学分要求。创新创业学程课程详见教务处学程项目网页，下载地址：<http://www.fdcollge.fudan.edu.cn/>（复旦大学本科教学信息网）资料下载-培养与质量-培养方案-学程项目。

4. 其他

专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

四、指导性修读计划

根据核物理+人工智能 双学士学位本科 2+X 培养方案（2024）及实施指南（2020），我们提出相应的修读计划和选课建议，供各位同学修读参考。

本双学位项目学生毕业时须满足通识教育课程 39 学分（含通识核心课程 25 学分和专项教育课程 14 学分）、专业培养课程 114 学分（含大类基础课 33 学分和专业核心教育课 81 学分）和多元发展课程 24 学分，总学分不低于 177 学分（含实践 39.5 学分；含美育学分不少于 2 学分，其中至少在“美学和艺术史论类”或“艺术鉴赏和评论类”课程中修读 1 学分，并至少参与一项艺术实践活动；劳动教育不少于 32 学时，并满足劳动周教育要求。达到学位要求者可授予以理学、工学学士学位。

2+X 培养体系鼓励学生自主培养、个性化发展，同时为保障顺利完成修读计划和符合知识结构体系关联性，建议按本专业指导性修读计划的建议进行选课；因出国交流、休学等特殊状况导致无法按照指导性修读计划进行，学生需及时告知导师和院系，并根据院系开课状况做好修读计划调整安排。

核物理+人工智能 双学士学位本科“2+X”修读建议

分类	应修学分	课程/模块名称	学分	周学时	修读要求	课程代码	周学时学期安排								备注	
							一	二	三	四	五	六	七	八		
通识教育	25	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	3	必修	PTSS110090	3									
		思想道德与法治	3	3	必修	PTSS110089	3									
		中国近现代史纲要	3	3	必修	PTSS110088		3								
		马克思主义基本原理	3	3	必修	PTSS110087			3							
		毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	3	必修	PTSS110082				3						
		强国之路：形势、政策与使命	2	2	必修	见思想政治理论课模块课程列表	0.5	0.5	0.5	0.5	①	①	①	①		
		思想政治理论课模块 B 组课程	2	2	选修			2								
		1 文史经典与文化传承模块课	2~3	2~3	必选 6 学分 (每模块≤1 门)	见核心课程七大模块课程列表										
		2 哲学智慧与批判性思维模块	2~3	2~3												
		3 文明对话与世界视野模块课	2~3	2~3												
		4 社会研究与当代中国模块课	2~3	2~3												
		5 科学探索与技术创新模块课	2~3	2~3												
		6 生态环境与生命关怀模块课	2~3	2~3												
		7 艺术创作与审美体验模块课	2~3	2~3												
		通识教育	15	复旦大学英语水平测试①	0	/	必考	/								
大学外语课程	2~4			2~4	原则上不少于 4 学分	见大学外语课程列表	2	2								
人工智能教学专项	3			3	必选	见人工智能教学专项课程列表	3									
体育课程	4			8	必选	见体育课程列表	2	2	2	2						
军事理论	2			2	必修	见军事理论		2								
军事技能	2			/	必修	见军事技能										
创新创业课程	/			/	选修	见专项教育课程创新创业部分										
心理健康教育	1~2			/	必选	见专项教育课程心理健康教育部分		1~2							总学时不少于 32 学时	
实验室安全教育	/			/	必修	见专项教育课程实验室安全教育部分									累计不少于 16 学时	
专业	大类	33	高等数学 A (上)	5	6	必修	MATH120021	6								

培养	基础	大学物理 A: 力学	4	5	必修	PHYS120016	5												
		基础物理实验	2	3	必修	PHYS120015	3												
		程序设计	4	5	必修	COMP120006	5												
		高等数学 A (下)	5	5+1	必修	MATH120022		5+1											
		大学物理 A: 热学	2	2+1	必修	PHYS120017		2+1											
		大学物理 A: 电磁学	4	4+1	必修	PHYS120018		4+1											
		模拟电子学基础	4	4	必修	INFO120002				3+2									
专业培养	专业核心 A 组	线性代数	3	4	必修	PHYS130120			4										
		概率论与数理统计	2	2	必修	PHYS130119			2										
		大学物理 A: 光学	3	3+1	必修	PHYS130092			3+1										
		经典力学	3	4	必修	PHYS130003			4										
		物理实验(上)	2	3	必修	PHYS130004			3										
		原子物理学	3	4	必修	TCPH130014				4									
		数学物理方法 A	4	4+1	必修	PHYS130006				4+1									
		热力学与统计物理 I	4	4+1	必修	PHYS130113				4+1									
		物理实验(下)	2	3	必修	PHYS130005				3									
		量子力学 I	4	4+1	必修	PHYS130008					4+1								
		电动力学	4	4+1	必修	PHYS130114					4+1								
		核辐射探测与测量方法	3	3	必修	TCPH130003						3							
		核物理	3	3	必修	TCPH130001							3						
		毕业论文	6		必修	TCPH130010												①	
	专业核心 B 组	人工智能的编程基础	2	2	必修	新开课		2											
		数据结构	4	3+2	必修	新开课			3+2										
		人工智能的数学基础	3	3	必修	新开课			3										
		计算机系统基础	3	3+2	必修	新开课			3+2										
		人工智能导论	3	3	必修	新开课				3									
		人工智能的软件基础	3	3	必修	新开课				3									
		模式识别与机器学习	3	3	必修	新开课					3								
人工智能安全		3	3	必修	新开课					3									
人工智能的伦理与治理		2	2+1	必修	新开课				2+1		2+1								
自然语言处理和大语言模型		3	3	必修	新开课						3								
计算机视觉		3	3	必修	新开课							3							
人工智能前沿探索实践	3	3	必修	新开课								3							
多元发展 ②	专业进阶路径 A 组	专业进阶课程 I	18		必选													见核物理+人工智能双学位培养方案	
		专业进阶课程 II	6		必修														

专业进阶路径 B 组	24	专业进阶课程 I	18	必选											见核物理+人工智能双学位培养方案
		专业进阶课程 II	6	必修											
荣誉项目					见核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）荣誉项目实施方案（2024）										
创新创业路径		学程	15~20	必选	见教务处学程项目网页							15~20			
		创新创业学程	15~20	必选								15~20			

注：

- ① 据院系通知安排。
- ② 任选一种多元发展路径。

第六章 主要课程简介

一、大类基础课程

1. 高等数学 A (上)

课程代码	MATH120021				
课程名称	高等数学 A(上)				
英文名称	Advanced Mathematics A I				
学分数	5	周学时	6	授课语言	中文
课程性质	大类基础课程				
教学目的	本课程是理工科各专业的重要基础课，是高等数学课程内容的第一部分。通过对一元函数微积分学及其应用和空间解析几何等知识的学习，使学生具备学习后续课程所需要的数学基础知识，而且培养学生的抽象思维、逻辑推理、空间想象、科学计算的能力，以及运用数学技术解决实际问题的能力。				
基本内容简介	一元函数的极限与连续，一元函数微分学，一元函数积分学，向量、矩阵和行列式的基本知识，空间解析几何。				
基本要求：					
一、极限与连续					
教学内容					
1. 函数					
函数概念；函数的图像；函数的性质；复合函数；反函数；初等函数。					
2. 数列的极限					
无穷小量；无穷小量的运算；数列的极限；收敛数列的性质；单调有界数列；Cauchy 收敛准则。					
3. 函数的极限					
自变量趋于有限值时函数的极限；极限的性质；单侧极限；无穷远处的极限；					
4. 连续函数					
函数在一点的连续性；函数的间断点；区间上的连续函数；闭区间上连续函数的性质；无穷小和无穷大的连续变量。曲线的渐近线。					
教学要求					
1. 理解函数、函数的图像、函数的奇偶性、单调性、周期性和有界性等概念及性质。					
2. 理解复合函数的概念，了解反函数的概念。					
3. 掌握基本初等函数的性质及其图像，了解初等函数的概念。					
4. 理解数列极限的概念。					
5. 掌握数列极限的性质及四则运算法则。					
6. 掌握单调有界数列必有极限的准则，掌握数列极限的夹逼准则，并会利用它们求极限，了解 Cauchy 收敛原理。					
7. 理解函数极限的概念（含自变量趋于有限值或无穷大时的极限及单侧极限）。					
8. 掌握函数极限的性质及四则运算法则，掌握利用两个重要的极限求有关的极限。					
9. 理解无穷小和无穷大的概念，掌握无穷小的比较法，会用等价无穷小求极限。					

10. 理解函数连续性的概念，会判断函数的间断性。

11. 了解连续函数的性质和初等函数的连续性，了解闭区间上连续函数的性质，掌握这些性质的简单应用。

12. 会求曲线的水平、垂直和斜渐近线。

二、一元函数微分学

教学内容

1. 微分与导数的概念

微分的概念；导数的概念；导数的意义；微分的几何意义。

2. 求导运算

初等函数的导数；四则运算的求导法则；复合函数求导的链式法则；反函数求导法则；对数求导法；高阶导数。

3. 微分运算

基本初等函数的微分公式；微分运算法则；一阶微分的形式不变性；隐函数求导法；参数方程确定的函数求导；微分的应用：近似计算、误差估计。

4. 微分学中值定理

局部极值与 Fermat 定理；Rolle 定理；微分学中值定理；Cauchy 中值定理。

5. L'Hospital 法则

$\frac{0}{0}$ 型的极限； $\frac{\infty}{\infty}$ 型的极限；其它不定型的极限。

6. Taylor 公式

带 Peano 余项的 Taylor 公式；带 Lagrange 余项的 Taylor 公式；Maclaurin 公式。

7. 函数的单调性和凸性

函数的单调性；函数的极值；最大值和最小值；函数的凸性；曲线的拐点；函数图像的描绘。

8. 方程的近似求解

教学要求

1. 理解微分和导数的概念、关系和几何意义。会用导数描述一些物理量，理解函数的可微性和连续性的关系。

2. 熟练掌握导数的四则运算法则和复合函数求导的链式法则，熟练掌握基本初等函数的求导公式、掌握反函数求导方法，隐函数求导方法和参数方程确定的函数的求导法，掌握对数求导法。

3. 理解高阶导数的概念，会求简单函数的高阶导数。

4. 了解微分的四则运算法则和一阶微分的形式不变性，会求函数的微分，了解微分在近似计算和误差估计中的应用。

5. 理解并能应用 Rolle 定理，Lagrange 微分学中值定理，了解并会用 Cauchy 中值定理。

6. 掌握用 L'Hospital 法则求未定式极限的方法。

7. 掌握带 Peano 余项和 Lagrange 余项的 Taylor 公式，掌握 Maclaurin 公式。

8. 理解函数极值的概念，掌握用导数判断函数的单调性和求函数极值的方法，掌握函数最大值和最小值的求法及其应用。

9. 掌握用导数判断函数的凸性和拐点的方法。

10. 掌握根据函数的微分性质描绘函数图像的方法。

11. 了解求方程近似解的 Newton 切线法。

三、一元函数积分学

教学内容

1. 定积分的概念、性质和微积分基本定理

面积问题；路程问题；定积分的定义；定积分的性质；原函数；微积分基本定理。

2. 不定积分的计算

不定积分；基本不定积分表；第一类换元积分法（凑微分法）；第二类换元积分法；分部积分法；有理函数的积分；某些无理函数的积分；三角函数有理式的积分。

3. 定积分的计算

分部积分法；换元积分法；数值积分：梯形公式、抛物线公式（Simpson 公式）。

4. 定积分的应用

微元法；面积问题：直角坐标下的区域、极坐标下的区域；已知平行截面面积求体积；旋转体的体积；曲线的弧长；旋转曲面的面积；由分布密度求分布总量：质量、引力、液体对垂直壁的压力；动态过程的累积效应：功。

5. 反常积分

无穷限的反常积分；比较判别法；无界函数的反常积分；Cauchy 主值积分； Γ 函数；B 函数。

教学要求

1. 理解定积分的概念、意义和性质，理解原函数的概念。
2. 掌握微积分基本定理。
3. 掌握不定积分的基本公式，掌握不定积分的第一换元积分法和第二换元积分法，掌握分部积分法。
4. 会计算有理函数的积分、某些无理函数的积分和三角函数有理式的积分。
5. 掌握定积分计算的换元积分法和分部积分法。
6. 了解数值积分的梯形公式和 Simpson 公式。
7. 了解定积分应用的微元法，掌握用定积分表达和计算一些几何量和物理量的方法（包括平面图形的面积，已知平行截面面积求体积，旋转体的体积，曲线的弧长，旋转曲面的面积，质量、引力、液体对垂直壁的压力，功）。
8. 了解反常积分的概念，掌握关于反常积分收敛性的比较判别法，了解 Cauchy 主值积分，会计算反常积分。了解 Γ 函数和 B 函数的概念及基本性质。

四、向量、矩阵和行列式

教学内容

1. 向量与矩阵

向量；矩阵；矩阵的运算；分块矩阵的运算。

2. 行列式

n 阶行列式的定义；行列式的性质。

3. 逆矩阵

逆矩阵的定义；用初等变换求逆矩阵；Cramer 法则。

教学要求

1. 理解向量和矩阵的概念。掌握矩阵的线性运算、乘法、转置、共轭转置以及它们的运算规则，了解分块矩阵的概念、性质及运算。
2. 理解 n 阶行列式的定义，掌握行列式的性质，并能利用这些性质计算行列式。
3. 理解逆矩阵的概念，掌握矩阵可逆的主要条件，会用初等变换求逆矩阵，会用伴随矩阵求矩阵的逆，掌握 Cramer 法则。

五、空间解析几何

教学内容

1. 内积、外积和混合积的性质及运算。

2. 直线和平面的各种常用方程。

3. 点到平面、直线的距离，直线与直线、直线与平面的交角。

4. 曲面方程的概念，以坐标轴为旋转轴的旋转曲面方程、柱面、锥面方程；曲面的参数方程。

5. 空间曲线的参数方程和一般方程。

6. 常用二次曲面的方程及其图形。

教学要求

1. 掌握向量的内积、外积和混合积的概念、性质及运算。
2. 掌握常用平面方程和直线方程及其求法，能根据平面和直线的相互关系解有关问题。
3. 掌握点到平面、直线的距离的计算方法，掌握直线与直线、直线与平面的交角的计算方法。
4. 理解曲面方程的概念，会求以坐标轴为旋转轴的旋转曲面及一些柱面和锥面方程，了解曲面的参数方程。
5. 了解空间曲线的参数方程和一般方程。
6. 掌握常用二次曲面的方程及其图形。

2. 大学物理 B (上)

课程代码	PHYS120013				
课程名称	大学物理 B(上)				
英文名称	College Physics B (Volume 1/2)				
学分数	4	周学时	4+1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 大类基础课程				
预修课程	高中数学、高中物理、微积分				
教学目的	<p>通过本课程的学习,掌握力学、热学的基本知识和基本理论,提升物理学素养和思辨能力,为进一步学习其他物理课程打下非常坚实的基础。</p> <p>通过课程学习过程,包括课堂讲解、演示实验以及习题课、研讨课,将致力于让学生理解基本的力学、热学现象和规律,建立正确的物理图像和物理概念,使学生能够构建属于自己的力学、热学知识结构;在物理教学中尽可能地介绍力学、热学的历史发展过程,让学生在在学习物理学的过程中得到科学文化熏陶,提高学习物理的兴趣;努力培养学生在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力,进而提高学生科学文化素养和科学精神。</p> <p>通过讨论课的形式,使学生对主要的力学、热学基本概念、问题加深理解,培养学生的批判性精神和钻研精神,提高学生的表达能力。通过习题课,加深并且夯实学生的力学、热学基础知识,提高解题能力。</p>				
基本内容简介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整个力学的知识讲解围绕牛顿三定律展开。由牛顿第二、第三定律出发加上微积分思想和矢量分析方法导出了力学知识的全部内容。体现出力学体系的系统性、严谨性和完整性。在知识层次结构划分上,牛顿定律和牛顿万有引力定律为第一层次;由此结合微积分思想和矢量分析获得的关于质点的所有力学知识内容为第二层次;作为第三层次就是将这些知识应用于特殊的客体—刚体和流体,即为刚体力学和流体力学;应用于特殊的运动形式,即为振动和波动。 2. 整个热学的知识讲解围绕热力学三定律展开,引进三个基本状态函数:温度、内能、熵,共同构成了一个完整的热力学理论体系。热学的研究对象是由大量微观粒子组成的热力学系统,因此研究方法可以分为宏观和微观两种。宏观方法主要是从能量转化的观点来研究物质的热性质,它揭示了能量从一种形式转换为另一种形式时遵从的宏观规律。微观方法是利用系统由大量微观粒子组成的前提出发,通过简化模型,运用统计方法找出微观量与宏观量之间的关系。 3. 充分运用演示实验,加深对物理知识的直观和深刻理解。 4. 结合物理学史讲解,弘扬科学精神,开展励志教育。 				
基本要求:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握力学、热学的基本知识和基本理论,构建属于自己的力学、热学知识结构,深刻理解力学、热学体系的系统性、严谨性和完整性。 2. 大大提高对力学、热学问题理解和分析能力。 3. 具有批判精神和较好的表达能力。 4. 全面提升物理学素养,为进一步学习其他物理课程打下坚实的基础。 5. 提高在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力。 				

教学内容安排：（总学时为 80 个，其中课堂讲授 64 学时，习题课 16 学时（含讨论）；讲授内容如下）：

数学准备及绪论（3 学时）

绪论、微积分与矢量分析。

力学

第 1 章 质点运动学（4 学时）

时间与空间、位置矢量与轨道方程、速度、加速度、角速度、角加速度、极坐标系与自然坐标系。

第 2 章 牛顿力学的基本定律（4 学时）

牛顿运动定律、几种常见的力、万有引力定律、力学相对性原理与伽利略变换、惯性系与非惯性系、惯性力，科里奥里力公式推导以及力学问题求解。

第 3 章 动量变化定理与动量守恒（3 学时）

质点动量变化定理、质点组动量变化定理、动量守恒律。

第 4 章 动能与势能——机械能变化定理与机械能守恒（5 学时）

质点动能变化定理、保守力的功、保守力场中的势能、机械能变化定理与机械能守恒、三种宇宙速度、两体碰撞。

第 5 章 角动量变化定理与角动量守恒（3 学时）

角动量与力矩、质点组角动量变化定理、有心运动。

第 6 章 质心力学定理（3 学时）

质心动量定理、质心动能定理、质心角动量定理、有心运动方程与约化质量。

第 7 章 刚体力学（6 学时）

刚体运动学、定轴转动惯量、定轴转动定理与动能定理、一组刚体力学的典型题目、快速重陀螺的旋进。

第 8 章 振动（5 学时）

振动的描述、弹性系统的自由振动、多自由度弹性系统、弹性系统的阻尼运动、弹性系统的受迫振动与共振。

第 9 章 波动（5 学时）

波与波函数、波动方程、弹性体的应变与应力、介质中的波速、波场中的能量与能流、波的叠加——驻波、波的叠加——调幅波与拍，李萨如图、多普勒效应。

第 10 章 流体力学（2 学时）

流体的宏观物性、理想流体的定常流动，伯努利方程、粘性流体的运动、物体在粘性流体中的运动。

热学

第 4 章 热力学系统的平衡态及状态方程（3 学时）

热力学系统及其状态参量、平衡态的概念、温度与温标、气体的状态方程。

第 5 章 热平衡态的统计分布律（4 学时）

统计规律与分布函数的概念、麦克斯韦分布律与麦克斯韦—玻尔兹曼分布律、能量均分定理与热容。

第 6 章 近平衡态中的输运过程（2 学时）

近平衡态中的输运过程及其宏观规律，气体分子的碰撞及其概率分布，气体输运现象的微观解释。

第 7 章 热力学第一定律（4 学时）

热力学过程和准静态过程、热力学第一定律、循环过程和卡诺循环。

第 8 章 热力学第二定律与第三定律（5 学时）

可逆过程与不可逆过程、热力学第二定律、热力学第二定律的数学表述和熵增加原理、熵及热力学第二定律的统计意义、热力学第二定律的应用举例、自由能与吉布斯函数，热力学第三定律。

第 9 章 单元系的相变与复相平衡（3 学时）

相、相变及相平衡的概念、一些常见相变、单元系的复相平衡。

3. 大学物理 A:力学

课程代码	PHYS120016				
课程名称	大学物理 A: 力学				
英文名称	College Physics A: Mechanics				
学分数	4	周学时	4+1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）大类基础课程				
预修课程	高中物理、数学基础				
教学目的	<p>物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式、相互作用及其转化规律的自然科学。它的基本理论渗透在自然科学的各个领域，应用于生产技术的各个方面，是其他自然科学和工程技术的基础。在人类追求真理、探索未知世界的过程中，物理学展现了一系列科学的世界观和方法论，深刻影响着人类对物质世界的基本认识、人类的思维方式和社会生活，是人类文明发展的基石，在人才的科学素质培养中具有重要的地位。</p> <p>以力学为基础内容的大学物理 A: 力学课程，是高等学校理工科各专业学生一门重要的通识性必修基础课。该课程所教授的基本概念、基本理论和基本方法是构成学生科学素养的重要组成部分，是一个科学工作者和工程技术人员所必备的。</p> <p>大学物理 A 力学课程在为学生系统地打好必要的物理基础，培养学生树立科学的世界观，增强学生分析问题和解决问题的能力，培养学生的探索精神和创新意识等方面，具有其他课程不能替代的重要作用。通过大学物理 A 力学课程的教学，应使学生对物理学的基本概念、基本理论和基本方法有比较系统的认识 and 正确的理解，为进一步学习打下坚实的基础。在大学物理 A 力学课程的各个教学环节中，都应在传授知识的同时，注重学生分析问题和解决问题能力的培养，注重学生探索精神和创新意识的培养，努力实现学生知识、能力、素质的协调发展。</p>				
基本内容简介	<ol style="list-style-type: none"> 1, 运动学：建立参考系、坐标系观点；利用微积分等数学工具建立位置矢量、速度和加速度三个物理量的定义和联系；通过运动学问题培养使用微积分解决问题的能力；以极坐标系为起点，建立矢量分析的方法论；为动力学教学奠定基础。 2, 动力学：以牛顿三定律为起点，建立运动状态、运动变化和受力的定量关系；通过变速以及受力随时间或空间变化等情况结合牛顿第二定律培养利用微分方程等数学手段处理动力学问题的能力；强调牛顿定律的适用条件，建立惯性系和非惯性系的概念；平动参考系和转动参考系下的非惯性力以及等效的牛顿力学形式，培养针对研究系统选择合适参考系的能力。 3, 动量：从牛顿第二定律出发引入动量定理、动量以及冲量物理量定义；通过变质量问题研究加深动量守恒和质点组动量等概念；通过质点组动量问题与单质点动量问题对比，引入质心概念；初步介绍质心系。 4, 能量：从牛顿第二定律出发引入动能定理和功的概念；通过万有引力、重力、弹力以及摩擦力做功的一般性分析，引入保守力和非保守力的概念，并定义势能概念；进一步阐述机械能守恒和能量守恒等定律以及其适用条件；通过多质点系统的动能概念的引入，理解质点组的动能定理、机械能守恒、能量守恒以及动能柯尼希定理等；通过具体问题理解能量分析方法和牛顿第二定律分析方 				

法的关系；通过惯性力做功的问题体现质心系分析问题的优势；基于碰撞问题综合动量和能量分析方法。

- 5, 角动量、动量矩：从极坐标系下牛顿第二定律的表现形式，引入动量矩、角动量和力矩物理量；通过演示、具体问题以及数学分析理解角动量定理、角动量守恒条件；利用角动量守恒分析日常生活现象；定义质点组角动量；分析质点组角动量定理以及角动量柯尼希定理；理解质心角动量定理和质点组相对质心角动量定理以及其分别改变的原因和数学表达；通过惯性力力矩问题，体现质心系的优势；通过有心力问题，综合角动量和能量分析方法。
- 6, 刚体：通过刚体和质点组的异同，理解自由度概念；通过刚体平衡问题，理解受力平衡和力矩平衡条件和效果；分别讨论刚体条件下的动量、能量和角动量问题；定义转动惯量；通过生活中的打击中心现象，引入约束问题；通过刚体平行平面运动，充分理解运动的合成，综合之前教学内容。
- 7, 振动：理解振动是存在于宏观和微观世界普遍的运动形式；从谐振子模型出发熟悉振动方程以及简谐振动数学描述，掌握振幅、相位意义；以此为基础逐步考虑具有阻尼或者耗散、外加驱动等情况，了解阻尼振动和受迫振动行为和数学表达；掌握共振条件和相位差含义；可以用振动合成解释生活中现象，了解拍的效应；通过耦合振子模型，理解耦合的含义，熟悉耦合振子的数学解。
- 8, 波：理解振动和波的关系；了解生活中的波以及光波、声波、固体中声波等的异同，掌握横波和纵波的定义；了解描述固体材料的弹性力学性质参数；掌握波动方程的导出和数学形式以及其平面波解；了解反射相位差；掌握驻波调节以及可以利用驻波现象解释音乐中乐器的原理；理解惠更斯原理并可以初步解释波的传播现象；了解多普勒效应及其在生活中的应用。
- 9, 流体力学：建立流体力学中的理想化模型—理想流体和理想流动；利用流体中的理想模型，利用功能原理在流管模型与连续性条件下推导伯努利方程；从伯努利方程出发理解生活中的流体力学现象的本质。

基本要求：

- 1, 独立获取知识的能力：逐步掌握科学的学习方法，不断地扩展知识面，增强独立思考的能力，更新知识结构
- 2, 科学观察和思维的能力：运用物理学的基本理论和基本观点，通过观察、分析、演绎、归纳、科学抽象、类比联想等方法培养学生发现问题和提出问题的能力，并对所涉问题有一定深度的理解，判断研究结果的合理性。
- 3, 分析问题和解决问题的能力：根据物理问题的特征、性质以及实际情况，抓住主要矛盾，进行合理的简化，建立相应的物理模型，并用物理语言和基本数学方法进行描述，运用所学的物理理论和研究方法进行分析、研究。
- 4, 求实精神：培养学生追求真理的勇气、严谨求实的科学态度和刻苦钻研的作风。
- 5, 创新意识：引导学生树立科学的世界观，激发学生的求知热情、探索精神、创新欲望。
- 6, 科学美感：引导学生认识物理学所具有的明快简洁、均衡对称、奇异相对、和谐统一等美学特征，培养学生的科学审美观。

教学内容安排：（总学时为 80 个，其中习题课 16 学时，机动 4 个学时；讲授内容如下）

第 0 章 数学准备 （3 学时）

矢量分析与微积分

第 1 章 质点运动学 （4 学时）

时间与空间。位置矢量与轨道方程。速度、加速度、角速度、角加速度。极坐标系与直角坐标系。相对运动

第 2 章 牛顿力学的基本定律 （5 学时）

牛顿三定律。几种常见的力。力学相对性原理与伽利略变换，惯性系、非惯性系与惯性力

第3章 动量、动量定理与动量守恒定律 (4学时)

动量、冲量、动量定理、动量守恒定律

第4章 质心运动定律 (4学时)

质点系，质心参考系。质心运动定律。约化质量

第5章 功与能、机械能守恒定律 (6学时)

动能定理。保守力与保守力做功，势能，机械能。功能原理与机械能守恒定律。两体碰撞

第6章 角动量、角动量定理与角动量守恒定律 (6学时)

角动量，力矩。角动量定理，角动量守恒定律

第7章 刚体力学 (9学时)

刚体运动学。定轴转动，转动惯量，转动定律。刚体的平行平面运动。刚体的进动与章动

第8章 万有引力定律 (5学时)

第谷的天文观察、开普勒三定律、牛顿万有引力定律，轨道、能量、角动量

第9章 振动 (5学时)

振动的描述。简谐振动，阻尼振动，受迫振动与共振。振动的合成与分解

第10章 波动 (8学时)

波与波函数，波动方程与波速。简谐波。波的独立传播原理。波的能量与能流。波的衍射、反射、折射与惠更斯原理。波的干涉、驻波。多普勒效应。介质的色散与群速度

第11章 流体力学 (5学时)

流体的宏观物性。理想流体，定常流动，伯努利方程。粘性流体的流动。

4. 基础物理实验

课程代码	PHYS120015				
课程名称	基础物理实验				
英文名称	Fundamental Physics Experiments				
学分数	2	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	大类基础课程				
预修课程	高中物理				
教学目的	通过本课程的训练,使学生掌握物理实验的基本知识、基本方法和基本技能;学习用实验方法研究物理规律,加深对物理规律的理解,训练发现问题、分析问题、解决问题的能力;养成实事求是、严谨踏实的科学态度,并能较自信地参与实验探究。				
基本内容简介	<p>1) 物理实验的重要性、如何做物理实验、物理实验课的要求。</p> <p>2) 数据处理:有效数字、修约、不确定度的评定、作图、最小二乘法;涉及力、热、电、光、近代物理和计算实测的17个实验项目(学生需按要求完成其中12个实验)。</p> <p>3) 物理实验相关的安全教育。</p>				
基本要求:	<p>学生需在复旦大学实验室安全教育与管理平台上完成通识类实验室安全知识的学习并通过考试“实验室安全在线校级卷”,该部分内容线上完成;实验室内相关安全教育内容。</p> <p>学生在教师及时、有效的实验指导下,分析和解决实验中遇到的问题、发现和探究值得深入的可拓展内容,体会如何通过实验独立构建知识、通过物理建模理解所做的实验并体会实验设计的思路,通过一学期的课程,学生能掌握物理实验常用仪器的使用,了解基本的物理实验技能和实验方法,练习规范地书写实验记录、准确地处理实验数据、科学严谨地展示实验结果。</p>				
教学内容安排:	<p>(总学时为54个,其中讲授45学时,讨论、答疑9学时;讲授及讨论班内容如下)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 第1周:绪论课,讲解物理实验的重要性,介绍如何做物理实验、基础物理实验课的要求; ● 第2周:数据处理课,讲解数据处理方法,布置有关数据处理的习题; ● 第3-15周:实验课(课程有6个实验室,每个实验室有2-3个实验,每位学生一学期要完成12个实验,以下所列实验中黑体显示的为必做实验); <ul style="list-style-type: none"> 201-207 实验室: 液氮比汽化热的测量、弦线上波的传播规律、用扭摆法测定物体转动惯量 213-219 实验室: LCR 串联谐振电路、圆线圈和亥姆霍兹线圈的磁场、直流电桥 225-231 实验室: 数字示波器的使用、磁阻效应、二极管伏安特性测量 226-232 实验室: 量子论实验、X光实验 214-220 实验室: 透镜焦距的测量、光的衍射、牛顿环 202-208 实验室: 计算机实测物理实验、用计算机实测技术研究冷却规律、用计算机实测技术研究声波和拍 ● 第16周:复习答疑、补做或重做实验; ● 第17-18周:期末考试、阅卷、成绩评定、总结。 				

5. 程序设计

课程代码	COMP120006		
课程名称	程序设计		
英文名称	Programming		
学分数	4	周学时	3+2
课程性质	大类基础课程		
教学目的	面向技术大类大一新生，以C语言为载体，以计算思维的培养为导向，通过程序设计实践，掌握使用程序设计的方法解决问题的能力。同时训练学生养成良好的合作开放的编程习惯和代码风格。		
基本内容简介	C语言的基本语法和基本结构，程序设计的基本原理和基本算法，C编程环境的使用和调试方法。		
基本要求： 通过这门课程的学习，掌握C语言的基本语法和基本结构，熟悉结构化程序设计的基本原理和基本算法，熟悉使用C编程环境和调试方法。			
教学内容安排 （按32学时共计16周，具体到每节课内容）： 第1周：课程简介，计算机基本原理，简单例子和编程环介绍。介绍软件危机，程序员的合作精神和意义。以及复旦计算机人早年对国产计算机的初创贡献。 第2周：C语言基本数据类型和输入输出基础 第3周：C语言基本运算和表达式 第4周：基本语句和选择结构 第5周：循环结构 第6周：一维数组，通过排序算法，拓展的计算机技术的创新和发展的介绍，启发同学对创新的兴趣。 第7周：多维数组和字符串 第8周：函数和库函数基础 第9周：期中考试 第10周：指针基础 第11周：数组和指针行参 第12周：结构和链表 第13周：存储类别和作用域 第14周：高级指针和联合位域枚举 第15周：文件处理技术 第16周：例题选讲和期末复习			

6. 高等数学 A (下)

课程代码	MATH120022				
课程名称	高等数学 A(下)				
英文名称	Advanced Mathematics A II				
学分数	5	周学时	6	授课语言	中文
课程性质	大类基础课程				
教学目的	本课程是理工科各专业的重要基础课,是高等数学课程内容的第二部分。通过对多元函数微积分学及其应用和常微分方程等知识的学习,使学生具备学习后续专业课程所需要的数学基础知识,而且培养学生的抽象思维、逻辑推理、空间想象、科学计算的能力,以及运用数学技术解决实际问题的能力。				
基本内容简介	多元函数的极限与连续,多元函数微分学,多元函数积分学,级数,常微分方程。				
基本要求: 六、多元函数微分学 教学内容 1. 多元函数的极限与连续 \mathbb{R}^n 中的点集;多元函数的概念;多元函数的连续性;有界闭区域上连续函数的性质。 2. 全微分与偏导数 全微分;偏导数;偏导数与全微分的计算;空间曲面的切平面(1);高阶偏导数;可微映射;空间曲线的切线(1)。 3. 链式求导法则 多元函数求导的链式法则;全微分的形式不变性;复合映射的导数;坐标变换下的微分表达式。 4. 隐函数微分法及其应用 一元函数的隐函数存在定理;多元函数的隐函数存在定理;多元函数组的隐函数存在定理;空间曲面的切平面(2);空间曲线的切线(2)。 5. 方向导数、梯度 方向导数;数量场的梯度;等值面的法向量;势量场。 6. Taylor 公式 二元函数的 Taylor 公式;n 元函数的 Taylor 公式。 7. 极值 多元函数的无条件极值;函数的最值;最小二乘法;条件极值。 教学要求 1. 了解 \mathbb{R}^n 中点的邻域、内点、开集、区域等概念。 2. 理解多元函数的概念,理解二元函数的几何意义。 3. 理解多元函数的极限及连续的概念,了解有界闭区域上连续函数的性质。 4. 理解多元函数的全微分和偏导数的概念,掌握偏导数和全微分的算法,了解全微分在近似计算中的应和,掌握高阶偏导数的计算。 5. 掌握多元函数求导的链式法则,了解全微分的形式不变性。 6. 了解可微映射的概念,了解复合映射的求导法则。 7. 会计算坐标变换下的微分表达式。 8. 会求空间曲面的切平面和空间曲线的切线。 9. 理解方向导数与梯度的概念,并掌握其计算方法。 10. 了解二元函数和 n 元函数的 Taylor 公式。 11. 理解多元函数的极值与条件极值的概念,掌握多元函数极值存在的必要条件和充分条件,					

会用 Lagrange 乘法法求条件极值，会求简单的多元函数的最大值和最小值问题的解。了解最小二乘法。

七、多元函数积分学

教学内容

1. 重积分的概念及其性质

重积分概念的背景；重积分的概念；重积分的性质。

2. 二重积分的计算

直角坐标系下二重积分的计算；二重积分的变量代换法；极坐标系下二重积分的计算。

3. 三重积分的计算及应用

直角坐标系下三重积分的计算；三重积分的变量代换；柱坐标变换和球坐标变换；重积分的应用：质心与转动惯量；引力。

4. 反常重积分

无界区域上的反常重积分；比较判别法；无界函数的反常重积分；反常重积分的计算。

5. 两类曲线积分

曲线的弧长；第一类曲线积分的概念及性质；第一类曲线积分的计算；第二类曲线积分的概念及性质；第二类曲线积分的计算；两类曲线积分的关系。

6. 第一类曲面积分

曲面的面积；第一类曲面积分的概念；第一类曲面积分的计算。

7. 第二类曲面积分

曲面的侧与有向曲面；第二类曲面积分的概念及性质；第二类曲面积分的计算。

8. Green 公式和 Stokes 公式

Green 公式；Stokes 公式。

9. 旋度和无旋场

环量和旋度；无旋场、保守场和势量场；原函数。

10. Gauss 公式和散度

流场的流出量；Gauss 公式；散度；Hamilton 算符和 Laplace 算符。

教学要求

1. 理解二重积分和三重积分的概念及性质。

2. 掌握直角坐标系下二重积分和三重积分的计算，掌握二重积分和三重积分计算中的变量代换法。

3. 掌握用积分计算质心、转动惯量和引力的方法。

4. 了解反常重积分的概念，掌握关于反常重积分收敛性的比较判别法，会计算反常积分。

5. 理解曲线弧长的概念，理解第一类曲线积分的概念性质，掌握第一类曲线积分的计算。

6. 理解第二类曲线积分的概念，性质，并掌握其计算。

7. 了解两类曲线积分的关系。

8. 理解曲面面积的概念，理解第一类曲面积分的概念，性质并掌握其计算。

9. 了解有向曲面的概念，理解第二类曲面积分的概念，性质，并掌握其计算。

10. 掌握 Green 公式、Stokes 公式和 Gauss 公式，并会利用它们计算积分。

11. 了解环量与通量的概念，理解旋度与散度的概念。

12. 理解无旋场，保守场和势量场的概念与关系，会求全微分的原函数，会运用曲线积分与路径无关的条件。

13. 了解 Hamilton 算符和 Laplace 算符，了解 Green 恒等式。

八、级数

教学内容

1. 数项级数

级数的概念；级数的基本性质；级数的 Cauchy 收敛原理；正项级数的比较判别法；正项级数的 Cauchy 判别法与 D'Alembert 判别法；Leibniz 级数；级数的乘法。

2. 幂级数

函数项级数；幂级数；幂级数的收敛半径；幂级数的性质；Taylor 级数与余项公式；初等函数的 Taylor 展开。

3. Fourier 级数

周期为 2π 的函数的 Fourier 展开；正弦级数和余弦级数；任意周期的函数的 Fourier 展开；Fourier 级数的收敛性。

4. Fourier 变换初步

Fourier 变换及其逆变换；Fourier 变换的性质。

教学要求

1. 理解数项级数收敛、发散及收敛级数和的概念，掌握级数的基本性质及收敛的必要条件，了解级数的 Cauchy 收敛原理。
2. 掌握几何级数和 p 级数收敛与发散的条件。
3. 掌握正项级数收敛性的比较判别法，Cauchy 判别法和 D'Alembert 判别法。
4. 了解任意项数的绝对收敛与条件收敛的概念及关系，掌握交错级数的 Leibniz 判别法。
5. 了解函数项级数的收敛域及和函数的概念。
6. 掌握幂级数的收敛半径，收敛区间的求法。
7. 了解幂级数的连续性、逐项微分和逐项积分等性质，并能利用这些性质求一些幂级数的和函数与某些数项级数的和。
8. 了解 Taylor 级数与余项公式，掌握基本初等函数的 Taylor 展开。
9. 了解 Fourier 级数的概念，会将定义在 $[-L, L]$ 上的函数展开为 Fourier 级数，会将定义于 $[0, L]$ 的函数展开成正弦级数或余弦级数，了解 Fourier 级数的收敛性。
10. 了解 Fourier 变换及其逆变换的概念，了解 Fourier 变换的性质。

九、常微分方程

教学内容

1. 常微分方程的概念
2. 一阶常微分方程
变量可分离方程；齐次方程；全微分方程；线性方程；Bernoulli 方程。
3. 二阶线性微分方程
二阶线性微分方程；线性微分方程的解的结构；二阶常系数齐次方程的通解；二阶常系数非齐次方程；Euler 方程。
4. 可降阶的高阶微分方程
形式为 $F(x, y^{(n)}) = 0$ 的方程；形式为 $F(x, y^{(k)}, y^{(k+1)}, \dots, y^{(n)}) = 0$ 方程；形式为 $F(y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$ 的方程。

5. 微分方程的幂级数解法
6. 常系数线性微分方程组简介

教学要求

1. 了解微分方程的阶、通解、初始条件及特解的概念。
2. 掌握变量可分离方程和一阶线性方程的解法。
3. 会解齐次方程、全微分方程和 Bernoulli 方程。
4. 理解线性微分方程的概念，理解线性微分方程解的结构。
5. 掌握二阶常系数齐次线性微分方程的解法。
6. 会求自由项为多项式、指数函数、正弦函数、余弦函数的二阶常系数非齐次线性微分方程的特解和通解。
7. 会解 Euler 方程。
8. 会解一些可降阶的高阶微分方程。
9. 掌握微分方程的幂级数解法。
10. 会解简单的常系数线性微分方程组。
11. 会用微分方程解决一些简单的应用问题。

教学内容安排（共计 18 周，18 周含考试周）：

第一周： \mathbf{R}^n 中的点集；多元函数的概念；多元函数的连续性；有界闭区域上连续函数的性质。全微分；偏导数；偏导数与全微分的计算；空间曲面的切平面（1）。

第二周：高阶偏导数；可微映射；空间曲线的切线（1）；多元函数求导的链式法则；全微分的形式不变性。复合映射的导数；坐标变换下的微分表达式。一元函数的隐函数存在定理。

第三周：多元函数的隐函数存在定理；多元函数组的隐函数存在定理；空间曲面的切平面（2）；空间曲线的切线（2）。方向导数；数量场的梯度；等值面的法向量；势量场。

第四周：二元函数的 Taylor 公式； n 元函数的 Taylor 公式。多元函数的无条件极值；函

数的最值；最小二乘法；条件极值。

第五周：重积分概念的背景；重积分的概念；重积分的性质；直角坐标系下二重积分的计算；二重积分的变量代换法；极坐标系下二重积分的计算。

第六周：直角坐标系下三重积分的计算；三重积分的变量代换；柱坐标变换和球坐标变换；重积分的应用：重心与转动惯量；引力。无界区域上的反常重积分；比较判别法；无界函数的反常重积分；反常重积分的计算。

第七周：曲线的弧长；第一类曲线积分的概念及性质；第一类曲线积分的计算；第二类曲线积分的概念及性质；第二类曲线积分的计算；两类曲线积分的关系。曲面的面积。

第八周：第一类曲面积分的概念；第一类曲面积分的计算。曲面的侧与有向曲面；第二类曲面积分的概念及性质；第二类曲面积分的计算。

第九周：Green 公式；Stokes 公式。环量和旋度；无旋场、保守场和势量场；原函数。

第十周：流场的流出量；Gauss 公式；散度；Hamilton 算符和 Laplace 算符。

第十一周：级数的概念；级数的基本性质；级数的 Cauchy 收敛原理；正项级数的比较判别法；正项级数的 Cauchy 判别法与 D'Alembert 判别法；Leibniz 级数；级数的乘法。

第十二周：函数项级数；幂级数；幂级数的收敛半径；幂级数的性质；Taylor 级数与余项公式；初等函数的 Taylor 展开。

第十三周：第十三周：周期为 2π 的函数的 Fourier 展开；正弦级数和余弦级数；任意周期的函数的 Fourier 展开；Fourier 级数的收敛性。Fourier 变换及其逆变换；Fourier 变换的性质；

第十四周：常微分方程的概念。变量可分离方程；齐次方程；全微分方程；一阶线性方程；Bernoulli 方程。

第十五周：二阶线性微分方程；线性微分方程的解的结构；二阶常系数齐次方程的通解；二阶常系数非齐次方程；Euler 方程。

第十六周：形式为 $F(x, y^{(n)}) = 0$ 的方程；形式为 $F(x, y^{(k)}, y^{(k+1)}, \dots, y^{(n)}) = 0$ 方程；形式为 $F(y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$ 的方程。微分方程的幂级数解法。常系数线性微分方程组简介。

第十七、十八周：考试考察。

7. 大学物理 A: 热学

课程代码	PHYS120017.01				
课程名称	大学物理 A: 热学				
英文名称	College Physics A: thermology				
学分数	2	周学时	2+1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）大类基础课程				
预修课程	高中数学物理、微积分，大学物理-力学				
教学目的	<p>通过本课程的学习，掌握热学的基本知识和基本理论，提升物理学素养和思辨能力，为进一步学习其他物理课程特别是热力学统计物理课程打下非常坚实的基础。</p> <p>通过课程学习过程，包括课堂讲解、演示实验以及小班研讨，将致力于让学生理解基本的热学现象和规律，建立正确的物理图像和物理概念，使学生能够构建好热学知识结构；通过对热力学定律（特别是熵增加原理）的学习，帮助学生认识到统计在物理学中的重要性；在物理教学中尽可能地介绍热学的历史发展过程，让学生在在学习物理学的过程中得到科学文化熏陶，提高学习物理的兴趣；努力培养学生在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力，进而提高学生科学文化素养和科学精神。通过系统的小班研讨课的形式，使学生对主要的热学基本概念、问题加深理解，夯实学生的热学知识基础。通过专题讨论，培养学生的批判性精神和钻研精神，提高学生的表达能力。</p>				
基本内容简介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 热力学第零，第一和第二定律。 2. 通过热力学第零定律和平衡态概念引入温度的科学概念，并通过气体状态方程和理想气体概念推导出气体的分子热运动及其统计规律，并重点讨论麦克斯韦分布律的物理本质和推导过程。 3. 通过系统介绍热力学第一定律和第二定律，帮助学生理解熵增加原理和热力学第二定律的关联，以及统计在物理学中的重要性，从而为热力学统计物理课程的学习打下坚实的基础。。 4. 充分运用演示实验，加深对热学知识的直观和深刻理解。 5. 结合物理学史讲解，弘扬科学精神，开展励志教育。 				
基本要求:	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握热学的基本知识和基本理论，构建属于自己的热学知识结构，深刻理解热学体系的系统性、严谨性和完整性。 (2) 提高对热学问题理解和分析能力，培养良好的批判精神和较好的表达能力。 (3) 培养统计物理基本概念，为进一步学习热力学统计物理课程打下坚实的基础。 (4) 提高在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力。 				

教学进度安排：（总学时为 48，其中课程讲授 32 学时，习题课 16 学时；讲授内容见下）

第一部分 分子动力学

第 1 章 平衡态与温度（3 学时）

热力学系统、平衡态、状态参量、热力学第零定律与温度、物态方程等

第 2 章 分子动力学的宏观性质与微观理论（3 学时）

理想气体物态方程，理想气体微观模型，压强的推导，分子间作用力，范德瓦尔斯方程等

第 3 章 分子运动的平衡态理论（6 学时）

分子热运动及其统计规律、麦克斯韦分布律、玻尔兹曼分布律、能量均分定理和热容、布朗运动等

第 4 章 分子运动的非平衡态理论（4 学时）

粘滞、扩散和热传导现象的宏观规律，气体平均自由程，气体碰撞的概率分布等

第二部分 热力学定律

第 5 章 热力学第一定律（4 学时）

热力学过程和准静态过程、功及热、热力学第一定律、循环过程和卡诺循环等

第 6 章 热力学第二定律（6 学时）可逆过程与不可逆过程、热力学第二定律、热力学第二定律的数学表述和熵增加原理、熵及热力学第二定律的统计意义、热力学第二定律的应用举例等

第三部分 物态与相变第 7 章 物质的形态（3 学时）液体的宏观及微观性质、输运性质、表面张力、毛细现象、固态的基本性质、晶体的热学性质等第 8 章 相变（3 学时）气液相变、固液及固气相变、单元系的相图、克拉伯龙方程、相平衡条件、一级相变、二级相变等。

8. 大学物理 A：电磁学

课程代码	PHYS120018.02				
课程名称	大学物理 A：电磁学				
英文名称	College Physics A: Electromagnetism				
学分数	4	周学时	4+1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）大类基础课程				
预修课程	高中数学物理、微积分、普通物理力学				
教学目的	<p>通过本课程的学习，掌握电磁学的基本知识和基本理论，提升物理学素养和思辨能力，为进一步学习其他物理课程打下基础。</p> <p>通过课程学习过程，包括课堂讲解、演示实验等，致力于让学生理解基本的电磁学现象和规律，建立正确的物理图像和物理概念，使学生能够构建属于自己的电磁学知识结构；在物理教学中尽可能地介绍电磁学的历史发展过程，让学生在在学习物理学的过程中得到科学文化熏陶，提高学习物理的兴趣；努力培养学生在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力，进而提高学生科学文化素养和科学精神。</p>				
基本内容简介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本内容：经典电磁学和狭义相对论。 2. 整个经典电磁学的知识讲解围绕麦克斯韦方程组展开。通过静电场（静止电荷的场）→ 恒定电流（运动电荷）→ 恒定电流产生的磁场 → 电磁感应的层层递进，逐渐获得完整的麦克斯韦方程组，并从中导出经典电磁学的全部内容，并在此基础上进一步引入狭义相对论的基本内容，体现出知识体系的系统性、严谨性和完整性。 3. 在知识层次结构划分上，麦克斯韦方程组为最高层次；由此结合微积分思想和矢量分析获得的关于电磁场与物质相互作用的所有电磁学知识内容为第二层次；作为第三层次就是将这些知识应用于特殊的客观体系，解决现实中的电磁学问题。 4. 结合物理学史讲解，弘扬科学精神，开展励志教育。 				
基本要求：	<p>(5) 掌握电磁学的基本知识和基本理论，构建属于自己的电磁学知识结构，深刻理解电磁学体系的系统性、严谨性和完整性。</p> <p>(6) 大大提高对电磁学问题理解和分析能力。</p> <p>(7) 具有批判精神和较好的表达能力。</p> <p>(8) 全面提升物理学素养，为进一步学习其他物理课程打下坚实的基础。</p> <p>(9) 提高在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力。</p>				
教学内容安排	<p>（总学时为 80，其中讲授 64 学时，习题课 16 学时；讲授内容如下）：</p> <p>第 1 部分 静电场（8 学时） 库仑定律、电场线、电场强度、场强叠加、静电场的环路定理（旋度）、电势（梯度）、静电场的高斯定理（散度）、静电能</p> <p>第 2 部分 静电场中的导体和电介质（8 学时） 导体和电介质、带电导体电荷分布、导体电势（等势体、等势面）、静电平衡条件、静电场的边值条件、唯一性定理、电容和电容器、电介质的极化、极化强度与极化电荷、电位移及其高斯定</p>				

理、边界条件、静电场的能量

第3部分 恒定电流（4学时）

电流的连续方程、恒定条件、欧姆定律、欧姆定律、电动势、电路定理

第4部分 恒定磁场（8学时）

基本磁现象、安培定律、毕奥-萨伐尔定律、磁场高斯定理、安培环路定理、洛伦兹力

第5部分 磁介质（4学时）

磁介质的磁化、磁化强度与磁化电流、磁场强度及其安培环路定理、边界条件、磁荷法

第6部分 电磁感应（8学时）

电磁感应现象、动生电动势、感生电动势、互感、自感、磁能、暂态过程

第7部分 麦克斯韦电磁场理论（6学时）

位移电流、极化电流、麦克斯韦方程组、电磁波、电磁场的能动量与能流、电磁辐射

第8部分 交流电路（6学时）

简谐交流电的产生和表示方式、交流电路中的元件、RLC 串联电路、并联电路的计算、交流电的功率、谐振电路和品质因数、变压器、三相交流电

第9部分 狭义相对论（12学时）

绝对时空观、迈克尔逊-莫雷实验、爱因斯坦的假设与洛伦兹变换、速度变换公式、相对论的时空观（时间膨胀、动尺缩短、同时的相对性）、狭义相对论中的质量、能量和动量、狭义相对论动力学、匀速运动点电荷的电磁场、电场与磁场的变换、相对论多普勒效应。

9. 大学物理 B(下)

课程代码	PHYS120014				
课程名称	大学物理 B (下)				
英文名称	College Physics B (volume 2/2)				
学分数	4	周学时	4+1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 大类基础课程				
预修课程	高中数学、高中物理、微积分				
教学目的	<p>通过对本课程的学习,掌握经典电磁学、物理光学和近代物理的基本知识和基本理论,提升物理学素养和逻辑思辨能力,深刻理解物理规律在认识自然和改造世界方面的巨大贡献。</p> <p>通过课程学习过程,包括课堂讲解、演示实验和习题课讨论,使学生理解丰富的电磁现象,建立正确的物理概念,认识统一的电磁学规律;认识光的电磁学特性,理解干涉、衍射和偏振的原理和应用;了解从宏观低速到高速和微观领域的物理学飞跃,认识相对论和量子物理对现代文明的巨大推进作用。在教学中尽可能地介绍这些科目的历史发展过程及相互关联,让学生在学习物理学的过程中得到科学文化熏陶,提高学习物理的兴趣并培养严密的逻辑思维。努力培养学生在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力,进而提高学生科学文化素养和创新精神。</p>				
基本内容简介	<p>6. 库仑定律、电场、叠加原理、高斯定理、电势、环路定理;静电平衡及应用;直流电路;磁场、毕奥-萨伐尔定律、安培定律;法拉第电磁感应定律及应用;交流电路;麦克斯韦方程组、电磁波、洛仑兹力。深刻认识电与磁的统一规律。</p> <p>7. 光的电磁波属性;干涉、衍射、偏振及其应用。</p> <p>8. 从经典物理到相对论和量子物理的飞跃;逻辑的严密、思维的飞跃;洛仑兹变换、全新的时空观、相对论质能质速关系;能量量子、光量子;波粒二象性、不确定关系;概率波函数、薛定谔方程;量子物理实例及应用。</p> <p>9. 充分运用演示实验,加深对物理知识的直观和深刻理解。</p> <p>10. 结合物理学史讲解,弘扬科学精神,开展励志教育。</p>				
基本要求:	<p>(10) 掌握电磁学、光学和近代物理的基本知识和基本理论,构建属于自己的物理知识结构,深刻理解物理学的系统性、严谨性和完整性。</p> <p>(11) 训练和培养从发现问题到提出构想再仔细求证的物理学思维,大大提高逻辑分析和理性思辨能力。</p> <p>(12) 全面提升物理学素养,培养创新精神。</p>				
教学内容安排:	<p>(总学时为 80 个,含授课 64 学时,习题课和讨论班共 16 学时,授课 64 学时教学内容安排如下):</p> <p>电磁学:</p> <p>库仑定律与静电场 (6 学时) 库仑定律、叠加原理、电场、高斯定理、电势、环路定理、对称原理、有源无旋静电场。</p> <p>静电平衡及应用、电介质 (6 学时)</p>				

金属库仑屏蔽、避雷针原理、电容器模型。

直流电路（3学时）

欧姆定律、复杂直流电路、基尔霍夫方程组

稳恒磁场和磁介质（6学时）

奥斯特实验、毕奥-萨伐尔定律、安培力公式、无源有旋稳恒磁场。洛仑兹力，电动机原理，磁介质

法拉第电磁感应（4学时）

磁生电、动生电动势和感生电动势，涡旋电场，发电机原理

交流电（3学时）

电阻-电容-电感的电压电流相位关系、暂态过程、复数电阻与基尔霍夫方程组

麦克斯韦方程组、电磁波、洛仑兹力（4学时）

涡旋电场、位移电流、麦克斯韦方程组、电磁波动方程、电磁波

光学：

粒子学说或波动学？（3学时）

光是电磁波、振动波函数、相位问题、波前面、反射和折射定律、费马原理

光学干涉问题（5学时）

相干条件、干涉原理及应用

光学衍射问题（4学时）

圆孔衍射、半波带、泊松斑，单缝衍射，光学仪器分辨本领、电子显微镜

偏振问题（4学时）

偏振光的分类、马吕斯定律、双折射晶体和波片，偏振光的相位调制及特性变化

相对论（8学时）

伽利略变换、绝对时空和寻找以太？相对性原理、平权的惯性系、光速不变、洛仑兹变换、全新的时空观、相对论质能质速关系

量子力学（8学时）

普朗克能量量子、爱因斯坦光量子、玻尔的氢原子理论、德布罗意波粒二象性、海森堡不确定关系、玻恩的波函数统计诠释、薛定谔的量子力学波动方程、量子力学在原子-分子-固体材料中的应用

10. 模拟电子学基础

课程代码	INF0120002				
课程名称	模拟电子学基础				
英文名称	Analog Electronics Foundation Course				
学分数	4	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	大类基础课程				
教学目的	模拟电子学基础是面向理工科类学生的基础课程——电子学中的一门课程。教学目的是让学生通过本课程的教学掌握电子学的基础内容——线性电子电路的原理和分析方法。				
基本内容简介	模拟电子学基础的基本内容包括课堂教学和仿真实验教学两个部分。课堂教学内容包括电路分析基础、半导体器件、晶体管放大器、模拟集成电路、反馈、信号处理电路等。仿真实验教学包括线性电路、晶体管单级放大器、晶体管多级放大器、差动放大电路、负反馈放大电路、运算放大器及信号处理电路。				
基本要求:					
要求学生能熟练掌握对各类模拟电路单元进行分析,并在学习了电子设计自动化的基础上,能够用EDA软件分析模拟电路,初步掌握模拟电路的设计。					
教学内容安排 (按 72 学时共计 18 周, 18 周含考试周, 具体到每节课内容):					
第一章、电路分析基础(学时数: 8) (2 周)					
1、Laplace 变换					
2、电路基本元件					
3、电路基本定律					
4、电路的瞬态响应					
5、电路的稳态响应					
第二章、半导体器件(学时数: 10) (2.5 周)					
1、本征半导体及杂质半导体的导电性质					
2、半导体二极管					
3、半导体三极管及其模型					
4、场效应管及其模型					
第三章、晶体管放大器(学时数: 14) (3.5 周)					
1、共射放大器静态工作点与动态输出范围					
2、放大器的交流小信号分析(共射、共集、共基电路)					
3、场效应管放大器(共源、共漏、共栅电路)					
4、放大器的低频特性分析					
5、放大器的高频特性分析(增益带宽乘积)					
6、多级放大器特性					
第四章、模拟集成电路(学时数: 12) (3 周)					
1、恒流源与有源负载					
2、差分放大器及其传输特性					
3、输出电路					
4、乙类放大器及其效率					
5、运算放大器模型与参数					

第五章、反馈(学时数：10) (2.5周)

- 1、负反馈的基本概念
- 2、负反馈对放大器特性的影响
- 3、反馈网络与开环放大器
- 4、深度负反馈条件及虚短虚断
- 5、负反馈放大器的稳定
- 6、正弦信号发生器
- 7、非正弦信号发生器

第六章、信号处理电路(学时数：10) (2.5周)

- 1、比例与加减、积分与微分、指数与对数电路
- 2、模拟乘法器
- 3、有源滤波器

二、专业核心教育课程

1. 概率论与数理统计

中文名称	概率论与数理统计						
英文名称	Probability Theory and Mathematical Statistics						
学分数	2	实验(含上机)学分		实践学分		含美育学分	
周课时	2	周数	18	总课时	36	含劳动教育总学时	
授课语言	中文		是否荣誉课程		否		
课程性质	核工程与核技术专业(卢鹤绂班)专业核心课程						
教学目的	<p>概率论与数理统计是一门重要的基础理论课,其理论和思想方法在科学技术的众多领域有着广泛的应用。在信息化理论大量应用的今天,概率论与数理统计作为信息论的基础知识也是需要掌握的一门学科。</p> <p>通过本课程的学习,使学生掌握概率论与数理统计理论,从而为学习后继课程奠定必要的数学基础。</p>						
基本内容简介	<p>概率论部分:随机事件的定义及运算、概率的基本性质及运算、事件的独立性、单维和 multidimensional 随机变量的分布和数字特征、极限定理的基本概念及应用。</p> <p>数理统计部分:统计学中的基本概念及抽样分布定理、点估计及区间估计、假设检验、方差分析和回归分析。</p>						
基本要求:	<p>(13) 掌握概率论与数理统计的基本知识和基本理论,深刻理解大数定理、中心极限定理的本质以及能够使用基本的统计方法。</p> <p>(14) 大大提高对数学理论的理解和分析能力,以及解决实际问题的能力,帮助学生理解物理背后的数学理论。</p> <p>(15) 全面提升数学素养,为进一步学习其他后续课程打下坚实的基础。</p>						
教学内容安排	<p>(具体到每节课内容):</p> <p>第一周 准备知识, 概率论的基本概念</p> <p>第二周 离散型随机变量及分布律</p> <p>第三周 连续型型随机变量及函数的分布;</p> <p>第四周 多维随机变量及其分布</p> <p>第五周 数学期望和方差;</p> <p>第六周 协方差、相关系数、</p> <p>第七周 矩和协方差矩阵;</p> <p>第八周 大数定律及中心极限定理;</p> <p>第九周 随机样本; 直方图和箱线图</p> <p>第十周 三大抽样分布定理;</p> <p>十一周 点估计、估计量的评选标准;</p> <p>十二周 区间估计、置信区间;</p> <p>十三周 假设检验、正态总体均值和方差的假设检验;</p> <p>十四周 单因素试验的方差分析;</p> <p>十五周 一元线性回归;</p> <p>十六周 随机过程简介</p> <p>仅供参考, 具体课程进度将根据实际教学情况予以调整。</p>						

2. 大学物理 A：光学

课程代码	PHYS130092.01				
课程名称	大学物理 A：光学				
英文名称	College Physics A: Optics				
学分数	3	周学时	3+1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）专业核心课程				
预修课程	高等数学、力学、热学、电磁学				
教学目的	使学生了解和掌握光学的研究范围、对象和基本概念，掌握处理光学问题的思路和方法，具备分析和解决光学问题的初步能力，为进一步学习其它物理课程打下坚实的基础。通过本课程的学习，包括课堂讲解、演示实验以及讨论，培养学生发现问题、提出问题、思考问题和解决问题的能力，培养学生的物理思维和创新精神。				
基本内容简介	授课内容包括： 1. 光和光的传播； 2. 几何光学； 3. 光的干涉； 4. 光的衍射； 5. 偏振； 6. 光和物质的相互作用； 7. 光的量子性。				
基本要求：	（1） 掌握光学的基本知识和基本理论，构建光学知识结构，深刻理解光学体系的系统性、严谨性和完整性。 （2） 显著提高对光学问题理解和分析能力。 （3） 具有批判精神和较好的表达能力。 （4） 全面提升物理学素养，为进一步学习其他物理课程打下坚实的基础。 （5） 提高在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力。				
教学内容安排：（总共 64 学时）	1、光和光的传播（6+2 学时） 光学简介，光源与光谱，光学研究对象和分支；光的几何光学传播规律，几何光学三定律，全反射，棱镜与色散，光路可逆性；惠更斯原理，波的几何描述；光程，费马原理。 讨论课主题：激光科学的前沿进展 1（4 学时） 2、几何光学成像（6+2 学时） 成像基本原理，物与像，物空间与像空间，物与像的共轭，等光程面；共轴球面组近轴成像；薄透镜，焦距公式，焦面，成像作图法；光学仪器及原理。 3、干涉（6+2 学时） 波的描述，波的叠加原理与干涉；杨氏双缝干涉，空间相干性；等厚干涉；等倾干涉；迈克尔逊干涉仪，时间相干性；多光束干涉。 讨论课主题：激光科学的前沿进展 2（4 学时） 4、衍射（6+2 学时）				

光的衍射现象，惠更斯-菲涅尔原理，巴比涅原理；菲涅尔圆孔衍射和圆屏衍射，半波带法、矢量作图法，菲涅尔波带片；夫朗禾费单缝衍射和矩空衍射，几何光学的限度；光学仪器的像分辨本领；多缝夫朗禾费衍射；光栅，光栅光谱仪；布拉格衍射。

5、偏振（6+2 学时）

光的横波性和偏振态，偏振片；光在介质表面的反射和折射，菲涅尔公式；双折射；晶体光学器件，波晶片；偏振光的干涉及其应用；旋光。

讨论课主题：自然界中的偏振现象（4 学时）

6、光和物质相互作用、光的量子性（6+2 学时）

光的吸收，复折射率；光的色散，正常和反常色散，相速度和群速度；光辐射的经典理论；光的散射，瑞利散射和米氏散射；激光基本概念；光的波粒二象性。

7、现代光学前沿进展（4 学时）

3. 经典力学

课程代码	PHYS130003				
课程名称	经典力学				
英文名称	Classical Mechanics				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）专业核心课程				
预修课程	高等数学（微积分、微分方程、线性代数、矢量代数与场论），大学物理				
教学目的	使学生系统掌握经典力学的公理化体系与典型问题的理论方法，为后继理论物理课程的学习与未来的科研奠定坚实的理论基础。				
基本内容简介	<p>本课程是以分析力学为主体的理论物理导论课，内容包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 牛顿力学公理体系总结； 2. 分析力学拉格朗日形式及其应用； 3. 分析力学哈密顿形式、变分原理、泊松括号和正则变换。 <p>通过力学实例介绍贯穿现代物理的重要概念和理论工具，如规范不变性、对称性与守恒量等。</p>				
基本要求：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握分析力学的基本概念，原理和理论方法，并能熟练应用。 2. 提升对动量、能量等力学基本概念的认识，为后续理论课程奠基。 3. 具备初步的理论物理素养。 				
教学内容安排（总学时 48，不含考试）：	<p>牛顿力学总结（6 学时） 曲线坐标系，自然坐标系，牛顿运动定律，相对性原理，质点系运动定理与守恒定律，变质量体系</p> <p>拉格朗日动力学（10 学时） 约束，广义坐标，虚位移，虚功原理，达朗贝尔原理，完整系的拉格朗日方程，广义势与电磁场中的带电粒子，对称性与守恒定律</p> <p>哈密顿动力学与哈密顿雅可比理论（15 学时） 相空间，勒让德变换，哈密顿正则方程，变分原理与欧拉方程，哈密顿原理，定域规范变换，泊松括号，正则变换，生成函数，哈密顿-雅可比方程，作用量变量与角变量，从经典到量子</p> <p>两体中心力问题（5 学时） 两体问题约化，中心力场的有效势能，距离平方反比势场与开普勒问题，粒子散射</p> <p>多自由度体系的微振动（4 学时） 平衡位形附近的微振动近似，微振动解，简正坐标与简正振动模式，分子振动，单模式激发</p> <p>刚体（8 学时） 刚体定点转动，欧拉角，转动惯量张量，欧拉动力学方程，无外力矩陀螺，对称重陀螺</p>				

4. 物理实验（上）

课程代码	PHYS130004				
课程名称	物理实验（上）				
英文名称	Physics Experiments I				
学分数	2	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	专业核心课程				
预修课程	基础物理实验				
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使学生掌握物理学的一些基本规律，学会一些基本仪器的使用、掌握基本物理量的测量方法和实验操作技能的训练、正确记录实验现象和数据。 2. 理解实验设计的思路。 3. 学会建立合适的理论模型来分析实验规律。 4. 需要结合实验结果对已建立的理论模型进行修正并进行分析讨论，学会撰写实验报告。 5. 通过教师和学生、学生与学生之间的交流来培养同学的的协作能力、沟通能力、表达能力。 6. 培养学生实事求是的科学态度、严肃认真的工作作风、持之以恒的耐心、勇于克服困难的毅力。 				
基本内容简介	<p>物理实验（上）是物理类本科生的专业必修课。所选实验涵盖了实验数据处理、误差分析与不确定度估算、以及力学、热学、电学、磁学、光学和近代物理。每个学生都必须认真做好每一个实验，从仔细预习、严格操作到写出完整的实验报告，进行理论建模，系统误差分析和正规的不确定度计算。</p>				
基本要求：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握物理实验中各种基本仪器的调节和使用。 2. 掌握基本实验技能，包括电路调节、光路调节等 3. 掌握基本实验方法，包括比较法、控制变量法和转换法等 4. 学习用实验方法探索物理规律，观察和分析物理现象，通过实验加深对一些重要物理规律的认识和理解。 5. 正确作好记录，包括实验条件、实验现象和实验数据 6. 学会误差分析与不确定度估算。 				
教学内容安排	<p>（共计 16 周，含考试周，具体到每节课内容）：</p> <p>第 1 周：绪论课；</p> <p>第 2-8 周：六次实验（6 个必做实验，每个实验 3 学时，其中某一周为国庆放假，实验课暂停一周）；</p> <p>第 9-14 周：做六次实验（6 个必做实验，每个实验 3 学时）；</p> <p>第 15 周：答疑；</p> <p>第 16 周：期末考试。</p> <p>实验共四个循环，学生做完一个循环的三个实验，换到下一循环实验，直至完成四个循环共十二个实验。</p> <p>实验内容：</p> <p>第一循环</p>				

Arduino 基础

液体黏度的测量

RC 电路的瞬态和稳态过程

第二循环

迈克耳孙干涉仪

偏振光现象的观察和分析

用菲涅耳双棱镜测量光的波长

第三循环

利用波耳共振仪研究受迫振动

霍耳效应的研究

半导体 PN 结特性的研究

第四循环

利用平板电容器测量介电常数

透镜像差的观察与测量

光电效应

5. 工程数学 A

课程名称	工程数学 A				
英文名称	Engineering Mathematics A				
学分数	3	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	通过课程学习,使学生掌握线性代数、概率论及数理统计的基础知识、基本理论和基本方法,培养学生抽象思维能力、逻辑推理能力和空间想象能力,以及综合运用所学知识分析和解决实际问题的能力。结合数学史、事物之间的联系,实现知识目标与教学目标的统一。在人文情怀方面强调古代中国数学家的贡献、在国家意识方面强调《工程数学》在产业报国方面的应用、在科学精神方面强调大师们批判求真勇于探索的精神。				
基本内容简介	本课程的主要内容包括线性代数和概率论与数理统计两大部分,线性代数部分包括行列式、线性方程组与矩阵理论,线性空间与线性变换,矩阵的特征值与特征向量及二次型;概率论与数理统计包括随机事件与概率,随机变量与分布,数学期望、方差,随机过程,大数定理,样本函数及其概率分布,参数估计,假设检验等。				
基本要求:					
掌握线性代数中的行列式的定义与计算、矩阵运算、线性方程组的解与结构、矩阵特征与特征向量的计算和其意义、二次型及其标准型的定义及性质、线性变换与向量空间的基本理论与方法;掌握与理解概率论与数理统计中的随机事件与概率,随机变量与分布,数学期望、方差,随机过程,大数定理,样本函数及其概率分布,参数估计,假设检验等概念和方法。					
教学内容安排 (按 64 学时共 16 周计,包括考前答疑和期末考试)。					
线性代数部分:					
第一章 行列式 (学时: 4) (人文情怀: 介绍线性代数的演变过程,培养学生的文化传承精神)					
§ 1 二阶和三阶行列式					
§ 2 全排列和对换					
§ 3 n 阶行列式的定义					
§ 4 行列式的性质					
§ 5 行列式按行(列)展开					
第二章 矩阵及其运算 (学时: 4) (专业素养: 培养学生认真细致、一丝不苟的工作作风。)					
§ 1 线性方程组与矩阵					
§ 2 矩阵的运算					
§ 3 逆矩阵					
§ 4 克拉默法则					
§ 5 分块矩阵					
第三章 矩阵的初等变换与线性方程组 (学时: 6) (科学精神: 以线性方程组解的结构为例,启发学生抓住主要矛盾,分类找关键,给以学生方法论上的支持)					
§ 1 矩阵的初等变换					
§ 2 矩阵的秩					
§ 3 线性方程组的解					
第四章 向量组的线性相关性 (学时: 6) (国家意识: 以线性无关向量组为代表各行各业人才,联系国家需要各类专业人才,唤醒学生立志为国家做贡献、争做国家栋梁的意识。)					
§ 1 向量组及其线性组合					

§2 向量组的线性相关性

§3 向量组的秩

§4 线性方程组的解的结构

§5 向量空间

第五章 相似矩阵及二次型 (学时: 6) (科学精神: 培养学生归纳、概括的能力, 促进能力目标的达成)

§1 向量的内积、长度及正交性

§2 方阵的特征值和特征向量

§3 相似矩阵

§4 称矩阵的对角化

§5 二次型及其标准型

§6 用配方法化二次型成标准型

§7 正定二次型

第六章 线性空间与线性变换 (学时: 4) (国际视野: 以线性变换为例, 引导学生开放包容)

§1 线性空间的定义与性质

§2 维数、基与坐标

§3 基变换与坐标变换

§4 线性变换

§5 线性变换的矩阵表示式

期中考试 (2 学时) (以上共 32 学时, 第十周期中考试)

概率论与数理统计部分:

绪论

第一章: 随机事件(4 学时)

§1 概率论起源与它的基本概念 (人文情怀: 起源于赌博, 我国古人智慧)

§2 随机事件的几个基本知识

第二章 随机变量 (6 课时)

§1 随机变量及其分布函数 (科学精神: 创新精神引入随机变量, 真正形成学科)

§2 离散型随机变量与连续型随机变量

§3 随机变量的函数

第三章 随机向量 (6 课时)

§1 随机向量 (科学精神: 勇于探索拓展随机变量, 举一反三)

§2 边缘分布与条件分布

§3 随机变量的独立性

§4 二维随机向量的函数的分布

§5 n 维随机向量

第四章 数字特征 (3 课时)

§1 数学期望

§2 方差

§3 协方差和相关系数 (实践精神: 在金融市场和社会现象中的应用)

第五章 极限定理 (2 课时)

概率论的极限特点 切比雪夫不等式 大数定律 中心极限定理

(科学精神: 勇于探索的费曼用概率论试证费马大定理, 他山之石可以攻玉)

第六章 样本与统计量 (2 课时)

§1 总体 样本 统计量 (国家意识: 数理统计在各行业应用, 产业报国)

§2 抽样分布

第七章 参数估计 (3 课时)

§1 点估计 (专业素养: 北京高能所团队用极大似然估计做出国际公认的科研成果——Tao 粒子质量测量, 匠心精神)

§2 区间估计

第八章 假设检验 (3 课时)

§1 正态总体均值的假设检验

§2 正态总体方差的假设检验

§3 拟合优度检验

期末考试 (2 课时)

6. 数字逻辑基础

课程名称	数字逻辑基础				
英文名称	Digital Logic Foundation				
学分数	4	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	专业核心课程				
教学目的	数字逻辑基础是面向理工科类学生的基础课程——电子学中的一门课程。教学目的是让学生能以逻辑代数工具，熟练掌握对各类组合电路、同步时序电路、异步时序电路的基本逻辑单元进行逻辑分析和设计，并在了解电子设计自动化的基础上，基本掌握数字系统的设计过程。				
基本内容简介	本课程中主要学习内容如下： 逻辑代数基础、逻辑门电路、组合电路、触发器及应用、同步时序电路、异步时序电路、存储器与可编程器件、数模转换器、模数转换器				
基本要求：	<p>掌握逻辑代数的基本公式和基本定理及逻辑函数的化简方法；了解半导体器件的开关特性；了解分立器件逻辑门电路的结构与工作原理；了解 TTL 集成逻辑门电路和 CMOS 集成逻辑门电路的结构和工作原理；掌握 TTL/CMOS 集成逻辑门电路的静态和动态参数；了解电流模式逻辑门电路的结构与工作原理；掌握组合逻辑电路的基本分析方法和一般设计过程；掌握常见逻辑模块的功能及其使用；掌握实际逻辑电路中冒险现象的形成原理及其防止方法；掌握触发器的基本类型及其状态描述；了解触发器的结构与工作原理；掌握触发器的基本应用电路；了解集成触发器的结构和工作原理；掌握同步时序电路的基本分析过程；掌握同步时序电路的设计原理；掌握状态表的化简过程；掌握半导体存储器字、位、存储容量、地址等基本概念；了解存储器的存储单元的组成及工作原理；了解可编程逻辑器件的工作原理、内部结构及应用；掌握数模转换器（DAC）和模数转换器（ADC）的基本概念；了解 ADC 和 DAC 的基本性能指标和基本电路。</p>				
教学内容安排	（按 64 学时共计 16 教学周）：				
	2 课时		2 课时		
第一周	绪论，逻辑代数基础		逻辑代数基础		
第二周	逻辑代数基础		逻辑代数基础		
第三周	逻辑代数基础		组合电路分析与设计		
第四周	组合电路分析与设计		组合电路分析与设计		
第五周	组合电路分析与设计		组合电路分析与设计		
第六周	组合电路分析与设计		组合电路分析与设计		
第七周	逻辑门电路		逻辑门电路		
第八周	逻辑门电路		逻辑门电路		
第九周	触发器及应用		触发器及应用		
第十周	触发器及应用		触发器及应用		
第十一周	同步时序电路分析与设计		同步时序电路分析与设计		
第十二周	同步时序电路分析与设计		同步时序电路分析与设计		
第十三周	同步时序电路分析与设计		同步时序电路分析与设计		
第十四周	异步时序电路分析与设计		异步时序电路分析与设计		
第十五周	异步时序电路分析与设计		存储器与可编程器件		
第十六周	存储器与可编程器件		数模转换器/模数转换器		

第十七-十八考试周：期末考试

课时安排说明：

考虑开课学期有 3 到 4 天法定假日，大纲规定的课堂教学课时分配，在实际教学中，教师可以根据自己的教学习惯略有改变。

本课程有相应的配套实验。配套实验的教学安排，可根据选课学生所在专业，分别参考“2018 数字逻辑基础实验教学大纲”和“2018 数字逻辑基础实验（含模拟电子学基础实验）教学大纲”。

7. 原子物理学

课程名称	原子物理学				
英文名称	AtomicPhysics				
学分数	3	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	专业核心课程				
开课学期	秋季学期				
学习目标 (通过课程学习, 学生获得的知识、技能与价值方面的成果)	总体目标:				
	(1) 了解原子物理学的建立过程 同学能够了解到原子物理学发展史, 从不同重要物理实验中感受到科学家探索的精神和奇妙的物理想法, 从而激发自己的学习潜能, 培养科学创新思维				
	(2) 掌握基本的量子力学思考方式 作为大学接触到量子力学的第一课, 同学们可以掌握区别于经典力学的解决实际问题的方法, 从量子力学的角度重新观测我们身边的物理量, 培养新思维。				
	(3) 认识原子的基本性质包括能级、跃迁等 同学们能够深入了解原子物理世界, 认识原子物理基本性质, 主要为电子壳层模型、电子组态与能级、跃迁, 并给学有余力的同学拓展原子物理前沿知识, 架起一座本科教学和科研的桥梁, 并开展一些实验室实践课程, 开拓视野, 培养思维能力。				
	分类	学习目标			
	1. 记忆	1.1 能陈述原子物理发展史, 描述重要的原子物理实验与理论, 包括原子的发现、玻尔模型、施特恩-盖拉赫实验等。 1.2 能陈述量子力学基本假说, 不确定性原理, 波函数与统计解释, 能写出薛定谔方程。 1.3 能描述原子光谱特点、电子排布规律、泡利原理、塞曼效应等			
	2. 理解	2.1 能解释氢原子光谱 2.2 能从量子力学角度出发解释氢原子能级, 能级简并与能级分裂 2.3 能解释碱金属原子光谱与氢原子光谱 2.4 能解释电子与外场的相互作用			
3. 应用	3.1 能将波尔氢原子模型运用到类氢离子体系 3.2 能运用量子力学相关知识解决一维势阱、势垒、谐振子势波函数等问题。 3.3 能运用壳层模型相关知识推导各个元素的电子组态与基态能级谱项				
4. 分析	4.1 能分析量子假说、波尔氢原子模型等理论的合理性与困难 4.2 能从薛定谔方程出发研究氢原子波函数并指出电子排布规律 4.3 能借助电子排布规律分析元素周期性				
5. 评价	5.1 能对课程中重要的物理理论与实验对物理学发展和科学意				

		义进行评述
		5.2 能总结并评述氢原子能级发展过程中涉及的重要物理理论
	6. 创造	6.1 基于课程所学内容对质子半径之谜、反常磁矩、精细结构常数测量等科学前沿问题开展学习研究，并完成总结汇报。
课程基本内容简介	原子物理学是是物理学专业的一门重要基础课程，由复旦大学核科学与技术系开办，是本系的一门专业必修课，共80学时，其中16个学时为荣誉课程。原子物理学是从经典物理过度到量子力学体系下发展出来的最成功的一门学科之一，它承接了经典物理与量子力学，解释了原子的由来、组成和内部结构，属于近代物理的范畴。在内容体系的描述上，这门原子物理学首先采用经典物理的描述方法和图像，介绍原子物理的发展过程，接着讲述量子力学的产生以及它对理解原子物理的重要意义，最后在此基础上理解原子结构和能级的概念。	
预修课程及其他要求	高等数学、力学、电磁学、热力学、光学、理论物理	
教学内容安排 （共 16 周，共 64 学时；可选用附件《课程教学安排表》详细填写。）		
第一部分：原子物理学的诞生（16课时）		
1. 绪论		
学时：2		
内容：原子物理学简介，课程内容、结构、评分方法。古典原子论、近代原子论发展。		
思政元素：鼓励同学们在和平幸福的年代里多想想为国家和社会做了什么贡献。		
2. 电子的发现		
学时：2		
内容：汤普逊发现电子、密立根油滴实验。		
3. 原子核的发现		
学时：3		
内容：卢瑟福实验、卢瑟福散射、行星模型		
思政元素：培养颠覆性思维，要敢于说“不”。		
4. 量子假说		
学时：3		
内容：黑体辐射实验、黑体辐射公式、光电效应、光量子论		
思政元素：鼓励学生要敢于质疑权威，科学的进步就是在不断地在对已有理论的质疑声中产生的。		
5. 玻尔模型		
学时：4		
内容：氢原子光谱、里德堡公式、玻尔模型、弗兰克赫兹实验		
6. 随堂测验、作业讲评、互动讨论		
学时：2		
第二部分：量子力学导论（16课时）		
1. 波粒二象性		
学时：2		
内容：光的粒子性、电子的波动性、德布罗意假设		
2. 不确定原理		
学时：2		
内容：不确定原理、不确定原理的应用		
3. 波函数的统计解释		
学时：2		

内容：恐怖的双缝干涉实验、波函数、态叠加原理

4. 薛定谔方程

学时：3

内容：薛定谔方程、薛定谔方程的应用

5. 氢原子的薛定谔方程

学时：3

内容：平均值、算符、氢原子的波函数

6. 期中考试

学时：2

第三部分：基础原子物理（24课时）

1. 碱金属原子光谱

学时：2

内容：碱金属原子光谱、原子实极化效应、轨道贯穿效应

2. 电子自旋与精细结构

学时：4

内容：电子自旋假设、电子磁矩、自旋-轨道相互作用

思政元素：鼓励同学要敢于提出、发表想法、年轻人不要怕错。勇敢跨出第一步，说不准就获诺贝尔奖了。

3. 多电子原子光谱

学时：2

内容：三体问题、氦原子光谱，LS耦合谱项

4. 施特恩-盖拉赫实验.

学时：2

内容：施特恩-盖拉赫实验、空间量子化

5. 塞曼效应

学时：4

内容：电子与外场相互作用、正常塞曼效应、反常塞曼效应、帕邢-巴克效应

6. 泡利原理

学时：2

内容：泡利原理、同科电子谱项、泡利原理的量子力学诠释

7. 元素周期规律

学时：2

内容：元素周期规律、电子壳层模型、电子排布规律、基组态

8. X射线

学时：2

内容：X射线的发现、X射线的偏正、X射线晶体衍射、X射线与物质相互作用

9. X射线发射谱

学时：2

内容：X射线探测、韧致辐射、特征x射线、俄歇过程

10. 随堂测验、作业讲评、互动讨论

学时：2

第四章：现代原子物理研究进展（8）

1. 原子冷却

学时：2

内容：爱因斯坦AB系数、多普勒效应、激光冷却

2. 电子原子碰撞过程

学时：2

内容：等离子体物理间接、电子碰撞电离、电子碰撞激发、电子复合

3. 专题研讨课

学时：2

内容：学生汇报前沿问题研究结果

复习 学时：2

8. 数学物理方法 A

课程代码	PHYS130006				
课程名称	数学物理方法				
英文名称	Method of Mathematical Physics				
学分数	4	周学时	4+1	授课语言	中文
课程性质	专业核心课程				
预修课程	高等数学(多元微积分、级数、微分方程)和线性代数				
教学目的	<p>本课程由复变函数和数学物理方程与特殊函数两部分构成,是量子力学、电动力学、统计物理、核物理、气(流)体动力学和固体理论等物理学理论的数学基础。通过本课程的教学,帮助学生掌握并能运用复变函数、数学物理方程和特殊函数等理论物理的基本数学工具,培养学生严谨的逻辑和推演等理性思维能力。</p> <p>学生应按本大纲具体要求,主要利用课堂讲解,兼顾学生选做的微型课题训练。理解复变函数、数学物理方程和特殊函数的基本概念和基本理论,掌握上述两部分内容的主要方法,提高抽象思维、逻辑推演、把物理问题写成数学方程和边界条件、符号运算及数值运算能力等。特别是,能用留数定理计算定积分,用分离变量法解偏微分方程,并且对特殊函数及其满足的方程有完整的认识。为学习物理学基础理论课量子力学、统计物理、电动力学、气(流)体动力学和核理论等打好数学物理基础。</p>				
基本内容简介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 复变函数基础,留数定理及其应用 2. 常微分方程的级数解法、常见特殊函数 3. 数理方程、定解问题及其基本求解方法 				
基本要求:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握并能应用复变函数的基本知识和基本理论,完善函数理论知识结构,深刻理解从实变分析到复变分析的拓展过程。 2. 掌握常微分方程基本求解方法,了解常见特殊函数的性质,提高对数学问题的理解和分析能力。 3. 了解数理方程的起源,掌握构建和求解定解问题的基本方法。 4. 提高常见物理问题的建模及求解能力,包括构建数理方程和边界条件、进行符号运算及数值运算等各方面能力。 5. 全面提升数学物理素养,为进一步学习物理课程夯实基础。 				
教学内容安排	<p>(共计 18 周,含考试周;共 80 学时,其中讲授 64 学时,习题课 16 学时,另外小型讨论课约为 15 学时;讲授内容如下):</p> <p>第一周 复数和无穷远点,复变函数及导数,柯西-黎曼条件,解析函数。</p> <p>第二周 解析函数的几何性质、物理解释-复势;多值函数及其支点。</p> <p>第三周 复变函数积分,柯西定理,柯西公式及其推论,习题课。</p> <p>第四周 复变函数级数,幂级数的收敛性和收敛圆,解析函数的泰勒级数展开。</p> <p>第五周 解析函数的洛朗级数展开,级数展开的常用方法,孤立奇点。Gamma 函数, Beta 函数。习题课。</p> <p>第六周 留数定理和留数求法;定积分计算(含三角函数的积分,无穷积分,约当引理),菲涅耳积分,简单多值函数积分。</p>				

第七周 δ 函数，傅里叶级数，傅里叶变换；常点邻域方程的级数解，勒让德方程及其物理意义。

第八周 正则奇点邻域方程的级数解，柱贝塞尔方程。习题课。

第九周 数学物理方程的导出；定解问题（初始条，边界条件），线性方程的叠加原理。

第十周 分离变量法求解一维有界区域的自由振动问题——本征值问题。习题课。

第十一周 非齐次边界条件的齐次化，本征函数法。习题课。

第十二周 施图姆-刘维尔本征值问题，正交曲线坐标系。

第十三周 球坐标系下的分离变量法，轴对称问题：勒让德多项式及其物理意义。

第十四周 非轴对称问题：球谐函数及其物理意义。习题课。

第十五周 柱坐标系下的分离变量法，贝塞尔函数。正交多项式的量子力学应用。

第十六周 虚宗量贝塞尔函数，球贝塞尔函数。习题课。

注：据具体教学进度及学生掌握情况，可能对内容做微小调整

9. 热力学与统计物理 I

课程代码	PHYS130113				
课程名称	热力学与统计物理 I				
英文名称	Thermodynamics & Statistical Physics (I)				
学分数	4	周学时	4+1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）专业核心课程				
预修课程	高等数学、普通物理				
教学目的	<p>通过本课程的学习，掌握热力学与统计物理学的基本知识和基本理论，提升物理学素养和思辨能力，为进一步学习其他物理课程打下非常坚实的基础。</p> <p>通过课程学习过程，包括课堂讲解、小班研讨以及课程论文，将致力于让学生理解基本的热力学与统计物理学现象和规律，建立正确的物理图像和物理概念，使学生能够构建属于自己的热力学与统计物理学知识结构；在物理教学中尽可能地介绍本学科的历史发展过程，让学生在在学习物理学的过程中得到科学文化熏陶，提高学习物理的兴趣；努力培养学生在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力，进而提高学生科学文化素养和科学精神。</p> <p>通过专题讨论和课程论文的训练，培养学生的学术批判精神和钻研精神，提高学生的协同研究能力和表达能力。</p>				
基本内容简介	<p>基本内容包括热力学的基本概念与基本规律；均匀系统的平衡性质；相变的热力学理论；多元系的复相平衡与化学平衡；统计物理学的基本概念及近独立粒子系的最概然分布； Boltzmann 统计 Bose 统计 Fermi 统计；系综理论，微正则系综，正则系综，巨正则系综；相变现象的统计物理简介等内容。</p>				
基本要求:	<p>1) 掌握本学科的基本概念、原理和理论方法，并结合实际应用，对其研究问题的一些公认的、成熟的进展有所了解，从统计本质上，进一步提升对热现象、热运动规律的认识，培养科学思维和创新精神。</p> <p>2) 通过专题讨论和课程论文的训练，培养学生的学术批判精神和钻研精神，提高学生的协同研究能力和表达能力。</p>				
教学内容安排	<p>(总学时为 86 个；讲授及讨论班内容如下)</p> <p>课堂讲授共 72 学时，习题课（双周）12 学时，讨论班（单周）2 学时</p> <p>绪论（共课堂讲授 0.5 周；讲授 2 学时）</p> <p>第一部分：热力学（共课堂讲授 6 周；讲授 24 学时+习题课 4 学时）</p> <p>一. 热力学的基本概念与基本规律（课堂讲授 6 学时）</p> <p>平衡态 温度 物态方程 热力学第一定律 卡诺循环 热力学第二定律 熵 熵增加原理 自由能与 Gibbs 函数</p> <p>二. 均匀系统的平衡性质（课堂讲授 6 学时）</p> <p>Maxwell 关系 基本热力学函数的确定 特性函数 热辐射的热力学理论 磁介质热力学</p> <p>三. 相变的热力学理论（课堂讲授 6 学时+习题课 2 学时）</p> <p>平衡判据 单元系的复相平衡 临界点与气液相变 相变分类 Landau 连续相变理论</p> <p>四. 多元系的复相平衡与化学平衡（课堂讲授 4 学时+习题课 2 学时）</p> <p>热力学第三定律 多元系的热力学函数与热力学方程 多元系的复相平衡 Gibbs 相律 化</p>				

学平衡热力学第三定律

第二部分：统计物理（共课堂讲授 9.5 周；讲授 38 学时+习题课 8 学时+讨论课 2 学时）

五. 统计物理学的基本概念及近独立粒子系的最概然分布（课堂讲授 6 学时+习题课 2 学时）

微观态，宏观态，等几率原理 分布和微观状态 Boltzmann 分布 Bose 分布 Fermi 分布 三种分布的关系

六. Boltzmann 统计 Bose 统计 Fermi 统计（课堂讲授 12 学时+习题课 2 学时）

热力学量的统计表达式 理想气体的状态方程 Maxwell 速度分布率能量均分定理 固体热容的 Einstein 理论 金属中的自由电子气体 Bose-Einstein 凝聚

七. 系综理论（课堂讲授 10 学时+习题课 4 学时）

相空间, Liouville 定理, 微正则系综, 微正则分布与热力学公式, 正则系综, 实际气体的物态方程 固体热容 巨正则系综 巨配分函数与热力学量 应用

八. 相变现象的统计物理简介（课堂讲授 10 学时+讨论课 2 学时）

Ising 模型 平均场近似 Ising 模型的严格解 临界指数 标度律 普适性实空间重正化群方法, 动量空间重正化群方法

讨论课主题：课程论文展示（2 学时）

课程论文实践：通过 2-3 名同学的协作，在 2 个月期间完成一篇关于热力学与统计领域具体问题的完整课程论文，需要有创新点，格式为 Physical Review B。

10. 工程图学基础

课程代码	TCPH130054				
课程名称	工程图学基础				
英文名称	Fundamentals of Engineering Graphics				
学分数	2	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 学习投影理论，培养绘制和阅读机械图样的能力。 2. 培养尺规、徒手绘图和计算机绘图的能力。 3. 掌握机械图样有关知识和机械制图国家标准，培养查阅有关标准的能力。 4. 培养空间构思表达能力和三维形体的形象思维能力。 5. 培养学生的自学能力，提高分析问题、解决问题的能力。 6. 培养学生的国家意识、爱国情怀、工匠精神和科学素养。 				
基本内容简介	<ol style="list-style-type: none"> 1、工程图学基础：包括投影理论基础（几何的点、线、面、体的投影）和制图基础（构型方法基础、表达技术基础、绘图能力基础、工程规范基础）。 2、专业绘图基础：包括零件图、标准件和常用件、装配图。 3、CAD 绘图工程图基础：包括 SolidWorks 三维实体建模基础、SolidWorks 绘制工程图。 				
基本要求：					
<ol style="list-style-type: none"> 1、掌握机械制图有关知识。 2、利用计算机绘制工程图（零件的三维建模、装配体的装配和绘制零件及装配体的工程图）。 					
教学内容安排					
单周理论课，双周上机课。					
第 01 周、理论课 01：制图的基本知识和技能。（3 学时）					
国家意识，爱国情怀： 以介绍世界各国制图标准为契机，和学生初步探讨国家工业标准的重要性，激发学生的爱国情怀和国家意识，要求学生在工作和学习中要重视知识产权的保护意识，以及要重视建立和维护国家的工业标准。					
第 02 周、上机课 01： SolidWorks 三维建模入门。（3 学时）					
国家意识，爱国情怀： 以介绍世界上通用的机械设计软件为着入点，向学生介绍国内各类机械设计状况和进展，探讨中美贸易战中的知识产权竞争的重要性，激发学生的爱国情怀和国家意识，希望学生在工作和学习中多支持国产软件。					
第 03 周、理论课 02：投影方法及立体的投影。（3 学时）					
思政元素：					
第 04 周、上机课 02： SolidWorks 三维建模基本技术。（3 学时）					
三维图形，创新思维： 将专业知识学习与行业先进研究领域进行了结合，通过先进成图技术的手段，创新成图的载体，引入三维创新智能制造等热门技术研究领域，拓展学生的工程制图能力，培养学生的图学思维素质和创意设计意识让学生开阔眼界，陶冶情操，掌握技能，增加就业机会。					
第 05 周、理论课 03：立体表面的交线和复杂立体的三视图。（3 学时）					
中华文化，民族自豪感： 通过向学生讲授象形文字、宋代营造法式与三视图的关系，以谈古论今的方式，向学生弘扬中国文化之辉煌，增强学生民族自豪感。					
第 06 周、上机课 03： SolidWorks 零件和装配体。（3 学时）					

第 07 周、理论课 04：组合体及其尺寸标注的原则。（3 学时）

科学精神：向学生介绍《画法几何学》创始人蒙日的故事，以培养学生热爱科学和崇尚知识的品质。

第 08 周、上机课 04：SolidWorks 工程图绘图入门。（3 学时）

第 09 周、理论课 05：机件图样的画法。（3 学时）

工匠精神，奉献精神：通过讲授机件图样的画法知识概念，穿插介绍大国工匠人物“两丝”钳工顾秋亮的故事，以零件尺寸精度对产品质量的影响，突出弘扬工匠精神，以培养学生的匠心人才。

第 10 周、上机课 05：SolidWorks 工程图视图操作。（3 学时）

第 11 周、理论课 06：螺纹紧固件和常用件。（3 学时）

工匠精神，标准化意识。以“一颗螺丝钉”的故事讲授螺纹的规定画法，培养学生的“螺丝钉”式的工匠精神，突出遵守制图标准与行业规范的重要性 培养学生标准化意识。以“三万元一颗的螺栓”为实例，讲授精益求精追求卓越的工匠精神的重要性与价值。

第 12 周、上机课 06：SolidWorks 工程图的尺寸标注。（3 学时）

第 13 周、理论课 07：零件图和装配图。（3 学时）

创新精神，团队意识：通过讲授机件零件图和装配图的知识概念，穿插介绍中国制造 2025-3D 打印技术的内容，以培养学生的自主学习能力创新设计意识与团队协作精神。

第 14 周、上机课 07：SolidWorks 简单和复杂零件的工程图实例。（3 学时）

第 15 周、理论课 08：复习与答疑。（3 学时）

第 16 周、上机课 08：考试。（3 学时）

11. 误差分析和数据处理

课程代码	TCPH130016				
课程名称	误差分析和数据处理				
英文名称	Error analysis and Data reduction				
学分数	2	周学时	2	授课语言	汉语
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	通过本课程的教学,使学生掌握在物理实验中误差处理和数据分析的基本概念和方法,为将来实验测量工作奠定误差处理的理论基础,掌握一些基本的数据分析方法,了解目前前沿研究中实验数据处理软件包。结合物理学史和实验数据分析的实例,培养学生严谨、求实的科学精神,学习老一辈实验物理学家积极进取、实事求是的学术品格。				
基本内容简介	为课程讲述和实际应用方便起见,首先介绍物理实验基本框架和数据结构,并对 CERN-ROOT 数据处理软件包等内容进行简介。在引入概率论和数理统计的基本概念、常用分布和计算公式的基础上,讲述测量误差理论、参数估计方法、统计假设检验、拟合观测数据的方法。				
基本要求:	通过核物理课程的学习,要求学生对统计误差、系统误差有明确的处理方法,掌握误差传递的基本理论,对测量结果进行参数估计和检验,能够对实验数据进行物理模型的拟合,熟悉 CERN-ROOT 软件包在数据分析中的应用。				
教学内容安排	(按 36 学时共计 18 周,18 周含考试周,具体到每节课内容):				
绪论	(学时数: 2)				
第一章: 实验测量与数据分析简介、常用软件工具介绍	(学时数: 2)				
§ 1-1	核物理实验常用探测器及其测量(中国制造: RHIC-STAR 和 CERN-ALICE 上,中方对国际合作实验装置的贡献,激励学生为科学事业和科学制造贡献力量)				
§ 1-2	数据分析简介				
§ 1-3	CERN-ROOT 软件包简介				
	(卡脖子问题探讨: 工具类软件,开源软件和商业软件对中方科学研究的促进和约束,如何在基础研究中积累工具类软件的开发)				
第三章: 随机变量	(学时数: 2)				
§ 1-1	测量中的不确定性				
§ 1-2	随机事件的概率				
§ 1-3	随机变量和随机样本				
§ 1-4	随机变量的分布				
§ 1-5	随机变量的概率公式				
第四章 几种常用分布	(学时数: 2)				
§ 2-1	二项分布				
§ 2-2	泊松分布				
§ 2-3	正态分布				
§ 2-4	高斯分布				
§ 2-5	指数分布				
§ 2-6	均匀分布				

§ 2-7 洛伦兹分布

第五章 统计量的分布和测量误差理论 (学时数: 8)

§ 3-1 统计量

§ 3-2 样本平均值的分布

§ 3-3 样本偏差的分布

§ 3-4 联系正态样本平均值和偏差分布

§ 3-5 误差传播 (实事求是的精神: 正确对待实验或工程技术中的误差, 利用科学方法避免将误差和错误混为一谈)

其中考察 (学时数: 2)

第六章 参数估计[置信区间法] (学时数: 3)

§ 4-1 分布参数的估计量

§ 4-2 估计量的好坏标准

§ 4-3 点估计

§ 4-4 区间估计

§ 4-5 约束条件下的参数估计

第七章 参数估计[贝叶斯法和置信分布法] (学时数: 3)

§ 4-1 参数的分布

§ 4-2 由观测值推断随机参数

§ 4-3 统计推断的两种方法

§ 4-4 置信分布法

第八章 假设检验 (学时数: 6)

§ 5-1 显著性检验

§ 5-2 参数检验 (简单假设)

§ 5-3 参数检验 (复杂假设) (职业理想和职业道德教育: 结合上述三章的内容, 探讨恪守职业道德, 了解如何确定一些标准, 例如环保标准、放射性标准等, 在标准确定中体现科学精神和社会责任)

第九章 曲线拟合 (学时数: 4)

§ 6-1 最小二乘法

§ 6-2 拟合复合曲线

§ 6-3 最大似然法的直接应用

§ 6-4 拟合检验

期末考试 (学时数: 2)

12. 物理实验（下）

课程代码	PHYS130005.01-15				
课程名称	物理实验下				
英文名称	Comprehensive Physics Experiments II				
学分数	2	周学时	3	授课语言	汉语
课程性质	专业核心课程				
预修课程	物理实验上，基础物理实验				
教学目的	物理实验下是物理类的二年级学生普遍学要学习的专业必修课程。通过本课程的学习学生可以在光学、力学、热学、计算机个方面的实验能力得到很好的综合锻炼。学生还可以在查阅文献资料的能力，根据具体要求设计实验的能力，在实践中发现问题、分析问题、解决问题的能力，以及总结、归纳能力，撰写论文的能力（书面表达能力）等各方面得到锻炼。				
基本内容简介	“物理实验下”是面向二年级物理学系、核工程与核技术等物理类学生的必修专业基础课。学生已有一定的物理理论基础和实验基础，这门课程并没有采取传统的提供给学生实验讲义、学生预习、按照固定的范本做实验这样的形式授课。本课程选择综合性较强的物理实验课题，通过课程网站向学生提问一些启发性思考题，学生根据已有的知识以及查阅文献资料，设计实验方案。实验过程中，教师与学生讨论实验方案，改进方案，学生利用三周的时间，较独立地设计实验方案并完成课题。学生通过设计、试错、讨论、改进、验证等过程，能较全面、准确地理解自己的实验结果，探究多种改善实验方案的可行思路。本门课程，要求学生一学期进行两次口头报告交流和写作两篇规范的科学论文。				
<p>基本要求：</p> <p>在构建知识、物理建模、实验设计、实验技巧、数据分析和可视化、学术交流等六个方面对学生训练，主要内容以及要达到的要求如下：</p> <p>1 构建知识：</p> <p>教师的主要职责不是“传递知识”，而要激励学生注重构建知识，学生在物理实验中，应通过对物理世界的观察，获取、分析并解释实验数据，自主构建知识；学生应能清楚、准确、简洁描述实验观察，找出实验中最重要物理概念；学生应能根据实验可控观察构建宗量，确定趋势。</p> <p>学生应能提出通过实验要揭示的问题，确定哪些能通过实验解决，理解实验的限制。问题不好或无法测试，学生应能修改。</p> <p>2 物理建模：</p> <p>物理建模注重于将所构建的物理知识用数学方法表达出来。学生应能弄清数学-物理-数据之间的关联；对数据进行统计误差、系统误差分析；建模后通过仿真和数值分析结果，与实验结果进行比较，以验证模型。学生应了解“假设”的建立和对“假设”的评估、利用已有的知识，构建碰撞模型，以了解自然界中物体的碰撞现象、构建合理的体系以测定物体的转动惯量、模/数转换过程及特点、把微观量的变化用宏观量表征。</p> <p>学生可提供初步估算结果或实验所测结果的数量级估计值，学会在对数据进行完整分析前，对数据做初步估算，以便了解结果是否合理。</p> <p>学生在以下物理实验中要特别注意学习物理建模：声波的波动学规律研究、测量玻璃的热膨胀系数和折射率温度系数、梁振动的研究等。</p> <p>3 实验设计：</p> <p>学生应设计实验过程测试模型、假设或探索数据类型、数量、范围和准确度未知的、可重复的准确结果。学生应能根据物理方面的开放性问题，利用现有条件设计实验。考虑设计对实</p>					

验结果的影响，并改进设计；学生可按小组共同设计、搭建实验装置；学生应理解其实验设计的局限性，包括潜在的系统误差。

学生应能通过逻辑分析，查出实验系统故障加以解决。动手搭建实验装置、亲自排除系统故障是非常重要的实验经验。

在以下物理实验中学生要注意学习实验设计的思路：利用干涉方法测量玻璃的热膨胀系数和折射率温度系数；运用光学散件搭建光栅光谱仪；

4 实验技巧：

(1) 熟练掌握基本实验仪器的使用方法，主要有：示波器、信号发生器、声、切变模量与转动惯量实验仪、受迫振动与共振实验仪、激光器、组合式多功能光栅光谱仪、光栅单色仪、分光计、微波分光仪 微波信号源 选频放大器等。

(2) 学会搭建和调整电路、可见光和微波光路；

(3) 了解重要的综合物理实验方法，如“测量玻璃的热膨胀系数和折射率温度系数”实验中所使用的间接测量法。

(4) 会运用 LabVIEW 编制软件，并通过计算机接口采集数据。

5 数据分析和可视化

用计算机做基本的数据统计分析，会做基本曲线模拟，并从模拟参数中获得物理量；会合理评估实验结果的不确定度。

6 学术交流：

在学术交流中，应会从问题出发形成科学论据，评估证据，得出观点，并获得实验结论。学会实验记录：包括实验条件、实验现象、实验数据的记录，通过书面总结解释工作的细节，遵守实验及数据记录的规范；

学会用科学术语表达问题和回答问题，能正确地撰写实验报告（报告的格式要求，会用基本的图表来说明实验结果，能给实验结果以定性的评价）；

在实验报告中应会区分观点、理论背景、实验证据、连接所有论据的逻辑关联；

应能就实验结果开展有效的口头交流，并能评估本人展示报告的质量、科学论据和展示风格。

教学内容安排（共计 18 周，含考试周；需具体到每周或每节课教学内容）：

第 1 周 绪论 3 学时

第 2 到第 4 周 实验一 书面报告 9 学时

第 5 到第 8 周 实验二 口头报告 12 学时

第 9 周 五一放假 3 学时

第 10 到 12 周 实验三 书面报告 9 学时

第 13 周到 16 周 实验四 口头报告 12 学时

实验共五个单元，学生选其中四个循环，每个循环选择一个实验，每个实验做三周。

第一循环

声速测量

弹性模量的研究

微弱信号的测量

第二循环

衍射光强分布测量

基于分光计的系列实验

微波光学及参数测量

精密干涉仪的应用

第三循环

测量玻璃的折射率温度系数

数字温度计的设计和制作

液体表面张力的研究

第四循环

光栅光谱仪的应用

光栅光谱仪的设计

光电探测器特性测量

第五循环

LabVIEW 系列实验

13. 核电子学

课程代码	TCPH130004				
课程名称	核电子学（混合式教学）				
英文名称	Nuclear Electronics				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	通过本课程的学习，希望学生掌握核辐射探测与测量实验中常用电子学仪器设备的原理，学会运用最先进的电子学手段对信号进行分析处理。通过本课程的学习使学生为从事核相关研究打下坚实的基础。结合核电子学知识体系、学科发展史和国内现状，培养学生科学严谨的探索精神、精益求精的工匠精神，激发学生勇于开拓的创新意识，坚定学生产业报国的使命感。				
基本内容简介	核电子学课程范围比较广泛，本课程主要讲解核辐射探测与测量相关的核电子学。包括基本概念，核电子学信号的特点与分析处理的方法，以及所采用的技术，并对与核电子学相关的最新技术发展进行跟踪介绍。				
基本要求：					
本课程面向核物理、核工程与核技术专业二年级学生，为专业必修课程。					
1. 要求预修模拟电子技术、数字电子技术。					
2. 包含 23 学时的线上学习，要求具备上网学习条件并熟练使用网络，能够在规定时间内独立完成线上学习任务。					
3. 包含 25 学时的线下学习（不包含线下答疑和考试），涉及线下讨论、个人汇报等，要求能够积极参与团体活动。					
教学内容安排 （按 54 学时共 18 周计，线上 23 学时，线下 31 学时，包括考前答疑和期末考试）。					
线下讨论课具体时间安排：均按照课程表上的地点上课，学时为 2 学时					
第一周（绪论），第三周（预备知识），第四周（前放），第六周（主放），第七周（时变和非线性电路），第九周（幅度分析），第十一周（时间分析），第十三周（数据获取系统），第十四周（实验），第十五周（实验），第十六周（实验）					
<p>第一章 绪论（2 学时：线下，老师主讲）（核电子学发展史，科学精神：学科交融、创新意识；大型集装箱检测，国家意识：产业报国；科学精神：学科交融、创新意识）</p> <p>§ 1.1 核电子学研究的对象、特点和应用领域；</p> <p>§ 1.2 辐射探测器输出信号特点；</p>					
<p>第二章 预备知识（6 学时：4 学时，线上，视频+自测；2 学时，线下，讨论）</p> <p>§ 2.1 同轴电缆的信号传输；</p> <p>§ 2.2 信号分析基础；</p> <p>§ 2.3 RC 电路；</p> <p>§ 2.4 模拟电子技术、数字电子技术相关知识（自行学习）。</p>					
<p>第三章 核电子学中的噪声和前置放大器（4 学时：2 学时，线上，视频+自测；2 学时，线下，讨论）（噪声主要来源及解决办法，科学精神：分类分析、主要矛盾）</p> <p>§ 3.1 核电子学中的噪声；</p> <p>§ 3.2 前置放大器的作用与分类；电荷灵敏放大器；电压灵敏放大器；电流灵敏放大器。</p>					
<p>第四章 脉冲放大器（6 学时：4 学时，线上，视频+自测；2 学时，线下，讨论）（极零相</p>					

消，专业素养：夯实基础、融会贯通)

§ 4.1 谱仪放大器

§ 4.1.1 主要功能

§ 4.1.2 脉冲放大；

§ 4.1.3 滤波与成形；

§ 4.1.4 极零相消；

§ 4.1.5 谱仪放大器举例

§ 4.2 快放大器（线下，老师主讲）。

第五章 时变与非线性电路（4学时：2学时，自学，前两节，视频+自测；2学时，线下，后两节，老师主讲）（堆积判弃、基线恢复，专业素养：夯实基础、融会贯通）

§ 5.1 线性门；

§ 5.2 展宽器；

§ 5.3 堆积判弃；

§ 5.4 基线恢复。

第六章 脉冲幅度分析（6学时：4学时，线上，视频+自测；2学时，线下，讨论）（模数转换，科学精神：精益求精、工匠精神；国家意识：产业报国）

§ 6.1 概述；

§ 6.2 脉冲幅度甄别；

§ 6.3 幅度-数字转换。

第七章 时间分析（6学时：4学时，线上，视频+自测；2学时，线下，讨论）（恒比定时，科学精神：精益求精、工匠精神；国家意识：产业报国）

§ 7.1 概述；

§ 7.2 定时方法；

§ 7.3 符合电路；

§ 7.4 延迟器；

§ 7.5 时间信息变换。

第八章 数据获取和处理（6学时：4学时，线上，视频+自测；2学时，线下，讨论）（数字化谱仪，科学精神：学科交融、创新意识）

§ 8.1 计数设备；

§ 8.1.1 计数系统；

§ 8.1.2 定标器；

§ 8.1.3 率表；

§ 8.2 脉冲幅度多道分析器。

第九章 核电子学仪器中的标准（1学时：线上，视频+自测）（专业标准的退出，国际视野：学科交融、开放包容）

§ 9.1 综述；

§ 9.2 NIM 标准；

§ 9.3 CAMAC 标准；

§ 9.4 VME 标准。

演示实验课（9学时，在教学实验室）（科学精神：严谨求实、理论联系实际）

结合理论部分，分别介绍计数系统、能谱测量系统、符合测量系统三个典型的核电子学系统。通过教师演示、同学亲手操作，认真学习各种插件的调节方法，结合作业，使每个同学在掌握各种插件工作原理基础上，对各种核电子学系统有比较深的了解。

考前答疑 3 学时

期末考试 3 学时

14. 核技术概论

课程代码	TCPH130005				学分	3		周学时	3	
开课时间	一年级		二年级		三年级		四年级			
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春		
课程英文名称	Introduction to Nuclear Technology									
课程类别	核工程与核技术专业 专业核心课程									
课程主页	无									
预修课程	核物理				后续课程	核反应堆物理、核技术综合实验				
教学方式	课堂讲授为主				考核方式					
<p>课程基本内容：</p> <p>Chapter 1. Introduction and Basic concepts</p> <p>§1-1 Introduction</p> <p>§1-2 Early Discoveries</p> <p>§1-3 Modern Units</p> <p>§1-4 Basic Facts and Definitions</p> <p>§1-5 Nuclear Collision</p> <p>Chapter 2. Radiation</p> <p>§2-1 Radioactivity</p> <p>§2-2 Radiation interaction with Matter</p> <p>§2-3 Radiation Doses and hazard Assessment</p> <p>Chapter 3. Basic Instrumentation for Nuclear Technology</p> <p>§3-1 Accelerators</p> <p>§3-2 Detectors</p> <p>§3-3 Reactors</p> <p>Chapter 4. Power From Fission</p> <p>§4-1 Characteristics of Fission</p> <p>§4-2 The Chain Reaction in a Thermal Fission</p> <p>§4-3 The Finite Reactor</p> <p>§4-4 Reactor Operation</p> <p>§4-5 Commercial Thermal Reactors</p> <p>§4-6 Nuclear Reactor Safety</p> <p>§4-7 Nuclear Reactor Accidents</p> <p>Chapter 5. Thermonuclear Fusion</p> <p>§5-1 Introduction</p> <p>§5-2 Thermonuclear Reactions and Energy Production</p> <p>§5-3 Fusion in a Hot Medium</p> <p>§5-4 Progress Towards Fusion Power</p> <p>§5-5 Fusion in the Early Universe</p> <p>§5-6 Stellar Burning</p> <p>§5-7 Nucleosynthesis Beyond $A \approx 60$</p>										

Chapter 6. Nuclear Weapons

§6-1 History of weapons Development

§6-2 Nuclear Explosions

§6-3 Uranium and Nuclear Weapons

§6-4 Plutonium and Nuclear Weapons

§6-5 Terrorist Threats

§6-6 Nuclear Proliferation

Chapter 7. Nuclear Waste

§7-1 Nuclear Waste Disposal: Amounts of Waste

§7-2 Storage and Disposal of Nuclear Wastes

§7-3 Policy Issues

Chapter 8. Radioactive Isotopes and Their Applications

§8-1 Production of Radioisotopes

§8-2 Some Commonly Used Radionuclides

§8-3 Tracer Applications

§8-4 Radioisotope Dating

§8-5 Radioisotope Applications in Space Exploration

Chapter 9. Nuclear Analysis Methods

§9-1 Introduction

§9-2 Ion Beam Analysis

§9-3 Neutron Activation Analysis

§9-4 Accelerator Mass Spectrometry

§9-5 Synchrotron Radiation Facility

§9-6 Mossbauer Spectroscopy

Chapter 10. Nuclear Technology in Industry and Agriculture

§10-1 Introduction

§10-2 Material Modification

§10-3 Sterilization

§10-4 Mutation Studies

§10-5 Chemonuclear Process

Chapter 11. Medical Applications of Nuclear Technology

§11-1 Diagnostic Imaging

§11-2 Radioimmunoassay

§11-3 Diagnostic Radiotracers

§11-4 Radioimmunosciintigraphy

§11-5 Radiation Therapy

Chapter 12. Impact, Issues and Future of Nuclear Technology

15. 核物理

课程代码	TCPH130001				
课程名称	核物理				
英文名称	Nuclear Physics				
学分数	3	周学时	3	授课语言	汉语
课程性质	专业核心课程				
教学目的	通过本课程的教学,使学生掌握原子核物理有关的一些基本概念、理论和实验方法,学习科学家们研究问题和解决问题的方法,如模型建立、验证、推广等,了解与核物理相交叉的新型领域和一些前沿课题。培养学生勇于探索、求实创新的科学精神和核科学与科技领域的专业技能和实践精神。				
基本内容简介	核物理课程主要内容包含原子核的基本性质、原子核的放射性、核力的基本性质、原子核的衰变、原子核的结构和原子核的反应特性、亚核子物理及与核物理相交叉的核天体物理的基本知识。				
基本要求:					
通过核物理课程的学习,要求学生对原子核的基本性质、核力和核衰变、核结构和核反应有一个比较深入的了解,对粒子物理和与核物理相交叉的学科有一个较为初步的认识。					
教学内容安排 (按 54 学时共计 18 周, 18 周含考试周, 具体到每节课内容):					
绪论(3 学时) (科学精神: 原子核物理的发展历程)					
第一章 原子核的基本性质(6 学时) (人文情怀: 核磁共振成像技术理论走向应用)					
§ 1-1 原子核的电荷、质量和半径					
§ 1-2 原子核的自旋					
§ 1-3 原子核的磁矩					
§ 1-4 原子核的电四极矩					
§ 1-5 原子核的宇称					
§ 1-6 原子核的统计性质					
§ 1-7 原子核的同位旋					
第二章 放射性和核的稳定性(5 学时) (科学精神: 原子核的威力)					
§ 2-1 放射性衰变的基本规律					
§ 2-2 放射性平衡					
§ 2-3 放射性活度单位					
§ 2-4 原子核的结合能					
§ 2-5 原子核稳定性的经验规律					
§ 2-6 原子核的液滴模型					
§ 2-7 原子核结合能的半经验公式					
第三章 核力(4 学时) (科学精神: 人类对核力的逐步认识)					
§ 3-1 核力的主要性质					
§ 3-2 核力的介子场理论					
§ 3-3 费米气体模型					
第四章 原子核衰变(9 学时) (国家意识: 利用原子核的放射性为国计民生服务)					
§ 4-1 α 衰变					
§ 4-2 β 衰变					

§ 4-3 γ 跃迁

期中考试 (3 学时)

第五章 原子核结构(6 学时) (科学思维: 通过模型认识复杂系统)

§ 5-1 原子核的壳模型

§ 5-2 壳模型的应用

§ 5-3 集体模型的概念

§ 5-4 转动能级和振动能级

§ 5-5 变形核的基本性质

§ 5-6 原子核的高自旋态与超形变

第六章 原子核反应(7 学时) (国家情怀: 原子核反应的国之重器介绍)

§ 6-1 核反应概述

§ 6-2 反应能 Q

§ 6-3 实验室坐标系和质心坐标系

§ 6-4 核反应截面与产额

§ 6-5 光学模型

§ 6-6 复合核模型

第七章 原子核的亚核子物理(2 学时) (科学思想: 探寻世界的本质)

§ 7-1 强子及其共振态

§ 7-2 强子的夸克结构与强相互作用

§ 7-3 对称性与守恒律

§ 7-4 标准模型及其发展

第八章 原子核物理研究应用前沿(3 学时) (投身科学: 勇往科学最前沿)

期末复习及考试 (6 学时)

16. 理论物理（上）

课程代码	TCPH130027				
课程名称	理论物理（上）				
英文名称	Theoretical Physics (Volume I)				
学分数	4	周学时	5	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	<p>《理论物理（上）》包含“经典力学”和“热力学与统计物理”两部分。“经典力学”是牛顿力学的进一步发展，通过这部分内容的讲授，引导学生从功和能量的角度出发理解力学体系，掌握拉格朗日力学和哈密顿力学的思想，使学生体会到经典力学完美的数学形式和在实际问题中的广泛应用。“热力学与统计物理”以“热学”课程为基础，引导学生较深入地学习热力学与统计物理中的基本概念，较系统地理解热现象宏观定律背后的微观本质，较熟练地掌握物理学中的统计规律，使学生建立起统计物理的思考方法。课程教学过程中，除掌握专业知识外，着重培养学生的思辨能力和创新谨慎，提高逻辑思维和演绎推理的能力，以及分析问题和解决问题的能力。</p>				
基本内容简介	<p>《理论物理（上）》包含“经典力学”和“热力学与统计物理”的基本内容。“经典力学”包含拉格朗日力学和哈密顿力学的主要内容，并应用到微振动、有心力场、刚体转动等问题中。“热力学与统计物理”包含热力学与统计力学的主要内容，课程将讲解宏观热力学基本定律，热力学势与基本方程，从热力学系统的微观状态出发讲解热力学量的统计性质，掌握统计系综方法，并应用到单元双相系、固体的顺磁性、理想气体、黑体辐射、固体比热、金属中的自由电子气体等问题中。</p>				
基本要求:	<p>要求学生较深入的理解相关的物理思想和基本概念，体会数学方法在物理学中的应用，在逻辑思维和演绎推理方面得到进一步训练。</p>				
教学内容安排（按 90 学时共计 18 周，具体到每节课内容）:	<p>经典力学:</p> <p>第一章 牛顿力学回顾：牛顿动力学方程及守恒定律（3学时）（国家意识：以变质量物理运动导出火箭的运动方程，并切入到我国大推力火箭发展的简介，增强民族自豪感，鼓励学生立志为国贡献的意识。）</p> <p>第二章 分析力学（13学时）（批判求真的精神：从牛顿力学学到拉格朗日力学、再到哈密顿力学的发展中科学家对原有成熟体系的批判、对固有思维的突破出发，引导学生大胆质疑、批判求真的科学精神）</p> <p>1. 拉格朗日力学（7学时） 虚功原理、拉格朗日方程、守恒律</p> <p>2. 哈密顿力学（6学时） 哈密顿正则方程、哈密顿原理、泊松括号</p> <p>第三章 有心力场中的运动（4学时）（科学精神：以两体问题的化简为例，引导与提升学生抓住问题本质，归纳概括的能力）</p> <p>1. 有心力场中的运动分析：两体问题与折合质量，有效势</p> <p>2. 与距离成反比的中心势场</p> <p>3. 碰撞与散射：坐标系转换、散射截面</p>				

第四章 微振动 (4学时) (以简单的振动模型在研究前沿科学问题上的应用为例, 启发学生的创新与探索精神)

1. 自由振动
2. 阻尼振动与共振
3. 多自由度耦合振动

第五章 刚体的运动 (6学时) (从对刚体运动的坐标处理入手, 引导学生跳出固有思维的创新意识)

1. 刚体运动的自由度和分类
2. 刚体的角速度、线速度和运动学方程: 欧拉运动学方程
3. 转动惯量: 刚体的角动量、转动动能, 转动惯量、惯量张量及张量主轴
4. 刚体的定点转动: 欧拉动力学方程与重刚体定点转动

习题课 (2-4学时)

期中考试 (经典力学部分)

热力学与统计物理:

第一章 统计物理基础 (8学时) (通过科学巨匠创造性工作的介绍, 激发学生勇于质疑权威, 批判求真的精神)

0. 绪论
1. 统计分布 相空间
2. 刘维尔定理 微正则系综
3. 微观态与宏观态 量子统计
4. 熵与熵增定律

第二章 统计热力学基础 (10学时) (从热力学第二定律永动机不可能实现出发, 培养学生批判求真的过程中尊重科学的精神)

1. 热力学第一定律 功 热量
2. 热力学第二定律 熵差的计算
3. 热力学基本方程 温度 压强 化学势
4. 热力学势 自由能 最大功原理
5. 单元双相系的平衡 相图
6. 一级相变和二级相变
7. 热力学第三定律

第三章 统计系综 (8学时) (科学精神: 培养学生总结问题, 归纳概括, 抓住事物物理本质的能力)

1. 正则系综和正则分布
2. 固体的顺磁性模型 负温度
3. 巨正则系综和巨正则分布
4. 理想气体的三种分布

第四章 麦克斯韦-玻耳兹曼(M-B)分布 (8学时) (科学精神: 从单、双原子分子的理想气体的不同模型出发, 培养思辨精神与能力)

1. 单原子分子理想气体
2. 双原子分子气体的热容量
3. 麦克斯韦速度分布律 重力场中的理想气体
4. 能量均分定理

第五章 玻色-爱因斯坦(B-E)分布和费米-狄拉克(F-D)分布 (8学时) (科学精神: 培养学生从复杂事物中, 抓住本质, 去繁就简, 提炼有用信息建立高度概括的物理模型, 并进行合理演绎推理的理学思维)

1. 黑体辐射与光子统计
2. 固体比热理论与声子统计
3. 金属中的自由电子气体

习题课 (2-4 学时)

注: 第十七周 综合练习、复习、答疑
第十八周 期末考试

17. 量子力学 I

课程名称	量子力学 I				
英文名称	Quantum Mechanics I				
学分数	4	周学时	4+1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）专业核心课程				
预修课程	大学物理、原子物理、数学物理方法、线性代数、高等数学				
教学目的	<p>通过本课程的学习，掌握量子力学的基本理论，为进一步学习其他更高级理论物理课程打下坚实的基础。课程教学包括课堂讲解和小班研讨，致力于让学生理解基本的量子力学原理和微观世界的物理描述方法和概念。</p> <p>在教学中将结合量子力学的历史发展过程，提高学生在学习兴趣的同时，培养学生面对未知世界时进行开放性思维的能力。</p> <p>课程开展系列的小班研讨课以进一步拓展学习深度和广度，使学生对量子力学的基本概念和问题有更深入的理解，并让学生掌握这些理论概念在一些实际情况中的应用，做到夯实学生的基础知识的同时学会灵活运用。</p>				
基本内容简介	基本内容包括：量子论基础，波动力学，矩阵力学，近似方法，自旋和角动量，全同粒子，散射理论，量子信息与量子计算初步。				
基本要求：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握量子力学的基本知识和理论，理解量子力学体系。 2. 提高对量子相关物理问题理解和分析能力。 3. 具有批判精神和较好的表达能力。 4. 全面提升物理学素养，为进一步学习其他高等物理课程打下坚实的基础。 5. 提高在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力 				
教学内容安排	<p>（共计 18 周，含考试周；需具体到每周或每节课教学内容）： 授课周数为 16 周，后两周为复习与考试，共 80 学时（授课 64 学时、习题课 16 学时）。 授课内容如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 量子论基础（4 学时）， 2. 波动力学（4 学时） - 薛定谔方程、波函数、统计诠释、不确定原理等， 3. 波动力学应用（4 学时） - 方势阱、自由粒子、delta 势场等， 4. 形式理论（4 学时） - 希尔伯特空间、可观测量、厄米算符等， 5. 矩阵力学（4 学时） - 狄拉克符号等， 6. 三维空间中的薛定谔方程（4 学时）， 7. 氢原子（4 学时）， 8. 角动量、自旋（4 学时）， 9. 全同粒子（4 学时） - 两粒子系统、原子、固体、元素周期表， 10. 微扰理论（4 学时） - 简并与非简并微扰， 11. 微扰理论应用（6 学时） - 氢原子（超）精细结构、塞曼效应， 12. 变分原理、WKB 近似（6 学时） - 氦原子基态、氢分子离子基态、一般势垒隧穿， 13. 含时微扰理论（4 学时） - 两能级系统、电磁波的吸收与辐射、自发辐射， 14. 散射理论（4 学时） - 分波法、相移、波恩近似、全同粒子散射， 15. 量子信息与量子计算（4 学时）。 				

18. 辐射防护

课程代码	TCPH130002				
课程名称	辐射防护				
英文名称	Radiation Protection				
学分数	2	周学时	2	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	通过本课程学习, 使学生对核科学技术领域有一个基本了解。对核辐射给人类带来的诸多好处的同时存在潜在的危险有一个正确的认识。掌握电离辐射防护基础, 熟悉辐射量及换算方法。掌握辐射防护与屏蔽的基本原理, 理解辐射防护原则和防护标准。				
基本内容简介	本课程主要内容包括: 电离辐射与物质的相互作用、电离辐射剂量学和防护剂量学的基本量及单位、人体所受辐射照射的来源和水平、辐射剂量的测量原理、电离辐射的生物效应对人体健康的影响, 外照射的剂量计算和防护原理、内照射剂量估算、监测和防护、辐射监测与评价、实用辐射防护与安全等。				
基本要求:					
通过本课程学习, 使学生对核辐射给人类带来的诸多好处的同时存在潜在的危险有一个正确的认识。掌握电离辐射剂量学的基础知识, 熟悉辐射量及换算方法, 掌握辐射防护的基本原理和方法。理解辐射防护原则和防护标准。同时通过该课程学习, 掌握实验室安全知识, 提高安全意识。					
教学内容安排 (按 54 学时共计 18 周, 18 周含考试周, 具体到每节课内容):					
<p>第一章 概论 (2 学时)</p> <p>(1) 对放射性和电离辐射的正确认识及科学态度;</p> <p>(2) 本课程的任务、目的、内容和学习要求。</p> <p>对辐射防护课程内容进行总体介绍, 强化科学精神和严谨求实的思想, 身在“辐”中要知“辐”, 提高对专业方向的认识和了解, 增强学生对核专业的认同感和传承。</p> <p>第二章 电离辐射与物质的相互作用 (5 学时)</p> <p>2.1 带电粒子与物质的相互作用</p> <p>2.2 光子 (Γ、X 射线) 与物质的相互作用</p> <p>2.3 中子与物质的相互作用</p> <p>作为核技术专业多门后续课程的基础知识, 辐射物理的认识和发展经历了一系列科学先行者对人类认知边界的不断开拓, 在科学内容的讲授中穿插科学探索精神的理解。</p> <p>第三章 辐射防护常用的量和单位 (7 学时)</p> <p>3.1 描述电离辐射场的量</p> <p>3.2 描述辐射与物质相互作用的量—相互作用系数</p> <p>3.3 辐射剂量学基本量</p> <p>3.4 放射性量</p> <p>3.5 辐射防护剂量学量</p> <p>量和单位是本门课程的重点内容, 也是比较繁琐容易混淆的部分, 强调概念的深入理解和新旧概念的发展更新历程, 从中理解到辐射剂量学相关量的定义思想和变革的动因。</p> <p>第四章 辐射剂量的测量原理 (2 学时)</p> <p>4.1 辐射测量的基本方法</p>					

4.2 辐射剂量的测量

辐射探测与剂量测量是我国目前仍有较明显被“卡脖子”的领域，在介绍测量原理的过程中，还要让学生了解到我们国家在核技术装备和产品方面存在的劣势，也是核技术领域学生和未来从业者需要共同努力的方向。

第五章 人体受到的辐射照射来源及水平（1学时）

5.1 天然本底照射

5.2 人为活动影响天然辐射源照射的变化

5.3 人工辐射源

辐射安全涉及到个人、环境和国家安全。

提高学生对核与辐射安全的全面了解。

第六章 电离辐射的生物效应（3学时）

6.1 电离辐射的细胞效应

6.2 确定性效应（组织反应）

6.3 随机性效应—致癌效应

6.4 随机性效应—遗传效应

本章侧重学科交叉内容的讲授，强调多学科交叉的学习意识和思维方式，强调终生学习，按需学习的观点。

第七章 外照射：剂量计算与防护原理（8学时）

7.1 外照射防护的一般方法

7.2 X、 Γ 射线外照射

7.3 带电粒子外照射

7.4 中子照射

辐射防护的基础内容，强化专业素养和专业技能。

第八章 内照射：剂量估算、监测评价与防护（1学时）

8.1 放射性核素的摄入

8.2 放射性核素在体内的代谢过程

8.3 ICRP 使用的各种代谢模型

8.4 待积有效剂量与剂量系数

8.5 内照射的个人监测与评价

8.6 内照射的防护

扩展自学内容

第九章 辐射照射的监测与评价（自学）

9.1 辐射监测的运行实用量

9.2 个人剂量监测

9.3 工作场所监测

9.4 环境辐射监测

9.5 流出物监测

9.6 辐射照射的评价

扩展自学内容

第十章 实用辐射防护与安全（2学时）

10.1 职业照射防护

10.2 医疗照射防护

10.3 公众照射防护

10.4 人为活动引起天然照射增加的防护

10.5 放射源的辐射安全

10.6 射线装置辐射安全

10.7 核设施辐射安全
10.8 放射性物质运输安全
10.9 放射性废物管理
扩展自学内容

19. 金工实习

课程代码	MECH130100				
课程名称	金工实习				
英文名称	Metalworking Practice				
学分数	1	周学时	实习 12 天	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	通过金工实习,使学生了解现代工业产品的生产过程和流程,激发学生的创新设计和开发能力,为将来从事新产品和科研仪器的设计制造及生产企业管理奠定良好基础。				
基本内容简介	<p>1、切削加工:利用刀具和工件作相对运动,对工件进行加工的方法,包括车、铣、刨、磨。</p> <p>2、焊接:通过加热使分离的金属件形成永久性连接的加工方法,包括电弧焊、氩弧焊。</p> <p>3、铸造:把熔化的金属液浇注到预先制好的铸型型腔中,待其冷却凝固后获得工件或零件毛坯的加工方法,包括消失模铸造。</p> <p>4、钳工:由人手持工具对材料进行切削加工的方法,主要包括划线、锯削、锉削、钻孔、攻螺纹等。</p> <p>5、数控加工:通过计算机软件控制机床使其自动完成对工件的切削加工,主要包括数控车床、数控铣床。</p> <p>6、特种加工:直接利用电、光、声、水等能量形式进行加工的方法,主要包括电火花。</p>				
基本要求:					
完成大纲要求的必要实习环节,按图纸要求独立完成零部件的加工,组装成产品,并独立完成设计模型及铸造加工任务。					
说明: 本课程属设计、制造生产实习课程,每次有 25 名左右的学生同时参加不同加工设备,如车床、铣床、钻床、刨床、焊接、铸造的操作。因此,每次课程由三名老师同时在车间指导学生在不同设备上的加工制造。					
教学内容安排 (共计 12 天):					
(一) 铸造实习 4 天					
(1) 掌握铸造基本概念、分类及特点;					
(2) 了解消失模铸造工艺过程、特点及应用;					
(3) 设计铸造模型并利用电阻丝切割机制作塑料模型;					
(4) 掌握消失模铸型的制作;					
(5) 了解铝合金铸造特点及其熔炼、浇铸过程;					
(6) 了解常见铸造缺陷并修整铸件;					
(7) 浇注出自己设计的产品。					
(二) 焊接实习 2 天					
(1) 掌握焊接基本概念、分类、特点及应用;					
(2) 了解手工电弧焊所用设备和工具;					
(3) 了解焊接位置及焊接接头形式;					

(4) 了解电焊条的组成、作用、牌号和选择方法；

(5) 掌握手工电弧焊的基本操作过程；

(6) 按图纸完成工件焊接。

(三) 车工实习 1 天

(1) 了解切削加工，尤其是车削加工基本知识；

(2) 了解车床的型号及规格，了解车床主要组成部分及作用；

(3) 了解车刀材料的要求，车刀的组成部分及分类；

(4) 了解车床各种附件的名称及用途；

(5) 掌握车端面、车外圆的正确操作方法；

(6) 初步掌握车槽、钻孔、滚花、车圆锥面和外螺纹加工的操作。

(四) 铣工实习 2 天

(1) 了解铣床机工基本知识（包括加工形状、切削用量等）；

(2) 了解立式铣床的特点和用途；

(3) 了解铣刀常用材料及分类；

(4) 了解工件安装和刀具安装方法；

(5) 掌握铣平面、铣斜面的基本加工方法。

(五) 钳工 2 天

(1) 了解钳工的特点及在机械制造和维修中的作用；

(2) 掌握划线、锯削、折弯、锉削、钻孔、攻螺纹的方法和应用；

(3) 掌握钳工常用工具、量具的使用方法，能够独立完成钳工作业件。

(六) 特种加工及数控加工演示 1 天

(1) 了解线切割加工工作原理、工艺特点、机床的组成及作用；

(2) 了解线切割加工过程中程序的编制方法及操作方法；

(3) 了解数控机床的工作原理、加工特点及应用范围；

(4) 初步了解数控车床、数控铣床的程序编制方法和操作方法。

20. 核相关基础实验 (I)

课程代码	TCPH130048				
课程名称	核相关基础实验 (I)				
英文名称	Primary Experiments of Nuclear Science and Technology (I)				
学分数	3	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	<p>《核相关基础实验 I》是一门实践性很强的课程, 通过该课程的学习让学生巩固和加深《核电子学》、《原子物理学》等相关理论课程的内容, 掌握核电子学基本设备的性能和针对不同实验目标组合搭建测试测量系统的方法, 通过实验把理论与实践结合起来, 用实验手段研究物理现象, 加深对理论知识的理解。</p> <p>通过引导学生正确地整理、分析实验结果和数据, 使学生养成良好的科研实验习惯。通过实验前的资料查找、实验中的故障排除以及实验后的结果分析, 培养学生思维、分析、判断、协作等各方面综合能力。</p>				
基本内容简介	<p>《核相关基础实验 I》主要包含核电子学实验和原子物理实验两大部分。核电子学实验部分通过对几种常用的核电子学电路的性能指标的测试, 掌握线性放大器、时幅转换模块等常用的核电子学电路的工作原理, 掌握示波器、毫伏表等仪器在核电子学领域的使用方法, 掌握不同类型单元电路特性的测量方法及整机关键性能指标的基本测量方法等; 原子物理实验部分则在原子物理理论课程的基础上, 通过赛曼效应、光泵磁共振、氢光谱、混沌-非线性电路等实验, 巩固和加深对原子物理现象的理解和掌握原子物理基本实验技能。</p>				
基本要求:	完成《模拟电路基础》、《数字逻辑基础》、《核电子学》、《理论物理》等相关基础课程				
教学内容安排 (按 36 学时共计 18 周, 18 周含考试周, 具体到每节课内容):	<p>第一周: 示波器与信号发生器</p> <p>第二周: 传输线</p> <p>第三周: 电荷灵敏前置放大器</p> <p>第四周: 国庆放假</p> <p>第五周: 滤波与成形</p> <p>第六周: 线性脉冲放大器</p> <p>第七周: 符合电路</p> <p>第八周: 时-幅转换器</p> <p>第九周:</p>				

多道分析器

第十周：

塞曼效应

第十一周：

氢光谱

第十二周：

光泵磁共振

第十三周：

混沌-非线性电路

第十四周：

近代物理实验考核

第十五周：

电路焊接及线缆制作

第十六周：

核电子学实验考核

实际授课内容根据国庆假期安排、设备状态等不定因素可能会略有前后调整或轮换。

21. 核科学前沿讲座

课程代码	TCPH130040				
课程名称	核科学前沿讲座				
英文名称	Talks on advances in nuclear science and technologies				
学分数	1	周学时	1	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业核心课程				
教学目的	让学生了解核科学与技术以及相关学科的最新进展，使得学生能够对本学科的前沿课题有所认识，激发学生的科学兴趣，培养学生的科学思维，在学生进一步进修时有相关知识储备以便选择科研方向和课题。				
基本内容简介	邀请国内外（校内外）核科学与技术以及相关学科的专家以不定期的方式给学生进行科学讲座；学生根据所听报告撰写评论、综述等。				
基本要求：	<p>本科生在第一～第六学期，累计至少听 10 场本课程指定讲座；第四、六学期，每学期交 1 篇评论，累计不少于 2 篇评论。第七学期选课，根据听讲座及评论情况给成绩。</p> <p>讲座评论或报告综述内容要求包括：</p> <p>用自己的语言简单总结一个或几个讲座内容。该科研工作有何意义？讲座涉及到哪些自己了解的知识？哪些是自己不知道或不熟悉的？哪方面让你感兴趣？对你有何启发？你有何问题或异议？以及其他感想等。每篇评论或综述一般不少于 800 字。</p>				
授课方式：	邀请国内外（校内外）核科学与技术以及相关学科的专家以不定期的方式给学生进行科学讲座；学生根据所听报告撰写评论、综述等。每学期至少安排 5 次有关讲座，同学们可根据自己情况选择参与。				
教学内容安排 （按 18 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：	这是为本科生开设的专业前沿系列讲座，安排在第一～六学期，一般每学期安排 2-4 次，每次 1.5 小时左右。				

22. 专业实践

课程代码	TCPH130030				
课程名称	专业实践				
英文名称	Professional Practice				
学分数	1	周学时	1	授课语言	中文
课程性质	专业核心课程				
教学目的	根据核工程与核技术专业特点，专业实践是教学工作的重要环节，是保障教学质量、提高学生实践能力与专业素养的重要渠道，促进学生课堂学习与本专业的科研和技术应用实际相结合。				
基本内容简介	通过让学生到相关科研院所、重点企业多种形式的实地调查，包括面对面与研究人员进行交谈访问、聆听研究所人员的讲座和报告、参观博物馆和纪念馆、参观实验室和生产厂房，对中国现代核工业发展和核技术应用产生直观的感性认识，对中国核工业和国防事业的现状有一个总体的、概括的了解，明确个人未来的发展方向。				
基本要求：					
<p>根据核科学与技术系核工程与核技术专业本科生培养计划规定，原则上核工程与核技术专业本科生应参加由系里统一组织的专业实践；专业实践安排在前七学期累计进行，时间累计不少于两周。学生完成后，提交《专业实践报告》。</p> <p>课程管理相关要求和专业实践相关事宜说明详见附件：《复旦大学核科学与技术系本科生专业实践管理办法（试行）》</p>					
授课方式：					
实地参观、调研和讨论					
教学内容安排 （按 36 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）：					
<p>（一） 专业实践单位</p> <p>专业实践要求学生的实践单位尽量与自己所学专业相关，结合自身专业深入科研院所、重点企业进行实践，主要包括：中国工程物理研究院相关研究所、中科院相关研究所、中核集团相关单位、核技术应用相关重点企事业单位等。</p> <p>（二） 专业实践联系</p> <p>专业实践由核科学与技术系统一联系。核科学与技术系统一联系单位包括：中国科学院上海应用物理研究所、中国科学院钍基熔盐核能系统研究中心、中国工程物理研究院核物理与化学研究所、中国工程物理研究院流体物理研究所、中国工程物理研究院材料研究所、中国工程物理研究院激光聚变研究中心、核工业西南物理研究院聚变科学所、中国核动力研究设计院第一研究所、秦山核电站、上海联影医疗科技有限公司、迈胜医疗、上海电气、中广核研究院等。</p> <p>（三） 专业实践进度安排</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 大一下学期访问参观中国科学院上海应用物理研究所的上海光源（0.5 天）。 2. 大三下学期访问参观秦山核电站、上海联影医疗科技有限公司、迈胜医疗、上海电气等企业（约 3.5 天）。 3. 大三暑假集中到四川访问参观中国工程物理研究院核物理与化学研究所、中国工程物理研究院流体物理研究所、中国工程物理研究院材料研究所、中国工程物理研究院激光聚变研究中心、 					

核工业西南物理研究院聚变科学所、中国核动力研究设计院第一研究所等，累计时间约 10 天。

4. 大四上学期访问参观中国科学院钍基熔盐核能系统研究中心等（1 天）。

三、专业进阶 I 课程

1. 核辐射探测与测量方法

课程代码	TCPH130003				
课程名称	核辐射探测与测量方法				
英文名称	Radiation Detection and Measurement				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	专业进阶 I 课程				
教学目的	<p>培养具有“国家意识、人文情怀、科学精神、专业素养、国际视野”，致力于发展国家、社会、人类文明的领袖人才和各行业英才才是复旦的育人特色，紧紧围绕学校教育育人目标，坚持当前新工科遵循的教育理念，本课程目标是为学生在今后去迎接新工业革命的挑战而提供知识储备和能力培养机会。</p> <p>知识储备方面，学生通过专业知识的系统学习，包括传统的核辐射探测器构成和工作原理，新涌现的核辐射探测器及其探测方法等，学会运用最先进的核辐射探测手段对核辐射信号进行探测，具备扎实的专业素养，为将来从事核相关研究打下坚实的基础。</p> <p>能力培养方面，（1）“以学为中心”，通过线上任务的完成、课程调研课题等，学生学会自主学习，同时具有全局意识，善于与人交流、团队合作意识强；（2）“以成果为导向”，通过课堂线下讨论、线上主题讨论等方式，提升学生的思辨能力，培养学生提出问题、分析问题、解决问题的能力。</p> <p>结合核辐射探测与测量方法知识体系、学科发展史和国内现状，培养学生科学严谨的探索精神、精益求精的工匠精神，激发学生勇于开拓的创新意识，坚定学生产业报国的使命感。</p>				
基本内容简介	主要讲解各种核辐射探测器的工作原理、输出信号特点、性能指标和主要应用，各种核辐射参数测量方法以及所采用的技术，并对相关的最新技术发展进行跟踪介绍。				
基本要求：	要求学生预修核物理、核电子学				
教学内容安排： （按 54 学时共计 18 周，具体到每节课内容）：	共 54 学时，22 线上，32 线下				

	周一 (1、2节)	周四 (1、2节)
第一周	绪论、统计学基础 (线下)	统计学基础、射线和物质相互作用 (线下)
第二周	射线和物质相互作用 (线下)	荣誉课程 (线下)
第三周	气体探测器 (线下)	气体探测器 (线下)
第四周	气体探测器 (线下)	荣誉课程 (线下)
第五周	国庆放假	半导体探测器 (线上)
第六周	半导体探测器 (线上)	荣誉课程 (线下)
第七周	半导体探测器 (线下)	闪烁探测器 (线上)
第八周	闪烁探测器 (线上)	荣誉课程 (线下)
第九周	闪烁探测器 (线下)	位置灵敏探测器 (线上)
第十周	符合测量方法 (线上)	荣誉课程 (线下)
第十一周	位置灵敏探测器、符合测量方法 (线下)	带电粒子能谱测量 (线上)
第十二周	γ 射线能谱测量 (线上)	荣誉课程 (线下)
第十三周	带电粒子和 γ 射线能谱测量 (线下)	计数测量 (线上)
第十四周	中子探测技术 (线上)	荣誉课程 (线下)
第十五周	计数测量、中子探测技术 (线下)	调研报告汇报 (线下)
第十六周	调研报告汇报、总结 (线下)	荣誉课程 (线下)

第一部分 引论 (6 学时, 线下) (含氦温泉、卢瑟福散射, 科学精神: 不迷信权威、怀疑精神)

第一章 放射性测量中的统计学 (3 学时)

第二章 射线与物质的相互作用 (3 学时)

α 等重带电粒子与物质的相互作用; β 射线和物质的相互作用; γ 射线和物质的相互作用。

第二部分 辐射探测器 (23 学时, 线上 12, 线下 11)

第三章 气体探测器 (6 学时, 线下) (电离室输出脉冲, 专业素养: 夯实基础、融会贯通; 科学精神: 思维严谨、科学认知。正比计数器输出脉冲, 科学精神: 分类分析、主要矛盾)
气体中电子和离子的运动规律; 脉冲电离室; 正比计数器; G-M 计数器。

第四章 半导体探测器 (8 学时, 线上 6 学时, 线下 2 学时) (半导体致冷 Si 探测器, 专业素养: 夯实基础、融会贯通; 科学精神: 学科交融、创新意识)

半导体物理基础; 金硅面垒类探测器; Si (Li) 探测器; 高纯锗探测器等。

第五章 闪烁体探测器 (6 学时, 线上 4 学时, 线下 2 学时) (伽马射线能谱, 专业素养: 夯实基础、融会贯通; 科学精神: 思维严谨、理论联系实际)

闪烁体、光电倍增管; 闪烁探测器。

第六章 位置灵敏探测器 (3 学时, 线上 2 学时, 线下 1 学时) (位置读出方法, 专业素养: 夯实基础、融会贯通; 科学精神: 学科交融、创新意识)

第三部分 辐射测量方法和技术 (15 学时, 线上 10, 线下 5)

第八章 核辐射测量中的符合技术 (3 学时, 线上 2 学时, 线下 1 学时) (符合测量方法, 科学精神: 综合分析、科学发展)

符合测量方法原理; 符合方法装置

第九章 带电粒子能谱测量 (3 学时, 线上 2 学时, 线下 1 学时)

重带电粒子如 α 粒子的能谱测量方法; 轻带电粒子如 β 射线的能谱测量方法。

第十章 γ 与 X 射线的能谱测量 (3 学时, 线上 2 学时, 线下 1 学时)

高能 γ 射线的能谱测量; 低能 γ 射线和 X 射线的测量。

第十一章 核辐射计数和反应截面测量技术 (3 学时, 线上 2 学时, 线下 1 学时)

核辐射探测器的探测效率; 核辐射计数测量方法; 反应截面概念; 不同反应截面的测量方法。

第十二章 中子探测技术（3学时，线上2学时，线下1学时）（中子星发现，科学精神：不迷信权威、学术公平）

中子与物质相互作用；中子探测原理；中子探测器；中子通量的测量。

第四部分 学生调研汇报 线下4学时

答疑考试：线下6学时

2. 近代物理实验 A

课程代码	PHYS130056				
课程名称	近代物理实验 A				
英文名称	Experiments of Modern Physics A				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）专业进阶 I 课程				
预修课程	基础物理实验、大学物理				
教学目的	<p>通过本课程的学习，学生要实现：1) 能比较细致地观察、记录实验中出现的现象、得到的结果，并合理地解释其微观物理过程及机制；2) 能规范地处理实验数据得出结论并书写规范的实验报告；3) 能基于自己的实验结果做限定时间的学术报告。优秀的学生要能：1) 对实验中出现的与预期不符的现象和结果设计并完成探究实验，实践较为独立地完成初步的探究过程；2) 听报告的时候，能对不合理的结果或者解释提出自己的质疑；努力让自己养成严谨踏实、勤于独立思考、勇于探究和创新的意识。</p>				
基本内容简介	<p>本课程包含必做实验和选做实验：</p> <p>1. 必做实验项目包括：“核磁共振成像实验”、“塞曼效应实验”、“四极杆质谱实验”、“X 光系列实验”、“混沌电路实验”、“光泵磁共振实验”等六个项目，每一个实验 6 个学时；根据课程进度表，学生轮流在各个实验室完成必做实验项目；</p> <p>2. 选做环节，课程开设的“基于金刚石色心的量子计算模拟实验”、“空间光调制器”、“电子光学仿真”、“拉曼光谱实验”、“弗兰克-赫兹实验”、“冉绍尔-汤森效应实验”、“法拉第效应实验”、“等离子体物理实验”、“高温超导体的制备和表征实验”、“G-M 计数器实验”、“Muon 物理综合实验”、“Arduino 单片机基础及应用开发”、“X 射线荧光分析”、“基于 HTML5 的仿真实验项目开发”等十余个选做实验项目，学生自主在网上登记实验项目，完成 2 次（12 学时）以上的选做内容。</p>				
基本要求：	<p>(1) 学生要根据课程进度表，预习实验、完成规定的实验内容、按时提交数据处理和实验报告，并参与课程考评；上课不能迟到；若因故不能出席，必须提前请假并及早安排补做实验；</p> <p>(2) 掌握大学物理的基本知识和基本理论，构建属于自己的物理知识结构，了解近代物理实验方法和技术。</p> <p>(3) 提高学术交流和表达的能力。</p> <p>(4) 具有批判精神和较好的表达能力。</p> <p>(5) 提高在学习和工作中发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力。</p>				

教学内容安排：（总学时为 57 个，其中做实验 48 学时，讲授和汇报 9 学时，课程主要内容如下）

绪论课（3 学时）

介绍近代物理实验的教学内容、课程安排及要求。

脉冲核磁共振及成像（6 学时）

核磁共振是磁矩不为零的原子核，在外磁场作用下自旋能级发生塞曼分裂，共振吸收某一定频率的射频辐射的物理过程。

脉冲变换傅里叶核磁共振波谱仪（pulsed Fourier transform-NMR）是通过脉冲程序控制器和数据采集处理系统，利用一个强而短（1~50 μ s）的脉冲将所有待测核同时激发，在脉冲终止时及时打开接收系统，采集自由感应衰减信号（FID），待被激发的核通过弛豫过程返回平衡态时再进行下一个脉冲的激发。得到的 FID 信号是时域函数，是若干频率的信号的叠加，在计算机中经过傅里叶变换转变为频域函数才能被人们识别。

塞曼效应（6 学时）

1896 年 Zeeman 发现当光源放在足够强的磁场中时，原来的一条光谱线分裂成几条光谱线，分裂的谱线成分是偏振的，分裂的条数随能级的类别而不同。通过本实验：学习观察塞曼效应的方法，研究光谱线在磁场中的分裂情况。

X 光系列实验（6 学时）

X 射线的发现揭开了人类研究微观世界的序幕，X 射线的研究在物理学从经典物理发展到量子物理学的过程中，起了十分重要的作用，X 射线的应用使物理学、化学、生理学、医学等学科发生了重大的变化。从 1901 年伦琴因发现 X 射线得诺贝尔物理学奖到 1979 年科马克等因发明 X 射线 CT 扫描仪得诺贝尔医学奖的 80 年中，因 X 射线方面的研究工作而得诺贝尔物理学奖、化学奖、生理学或医学奖的项目达 16 项、科学家达 24 人（平均每 5 年就有 1 项研究 X 射线的成果获诺贝尔奖）。有关 X 射线的实验非常丰富，其内容十分广泛而深刻。实验目的是：利用德国莱宝公司的 X 射线实验仪及其附件，做一系列有趣的实验，从而对 X 射线的产生、特点和应用有较深刻的认识，并提高独立从事研究工作的能力。

四极杆质谱仪（6 学时）

质谱仪是对带电的原子、分子或分子片段（统称离子），按它们的质荷比进行分离并检测其强度来进行定量分析的一类仪器。

四极杆质谱仪的质量分析器由四根杆状电极组成，两对电极之间施加特定要求的直流偏压和射频信号，在某一时刻只允许一定质荷比的离子通过四极分析器而到达接收器。

本实验要求学生熟悉四极杆质谱仪及配套真空系统的使用方法，利用质谱仪对真空室剩余气体和实验室提供的其他样品的质谱分析，深入探究影响质谱分辨率、电离分支比等特性参数的因素。

光泵磁共振实验（6 学时）

光泵磁共振是用光抽运方法使原子的粒子数分布产生重大改变（偏极化），并利用抽运光对磁共振信号做光检测，它巧妙地将频率较低的射频信号的变化转换为频率高数个量级的光信号的变化来进行测量，使观测信号的功率提高了几个数量级。此方法不仅可以用于基础性研究，在其他测量技术方面也有广泛的应用，特别是使弱信号的检测方便易行，因此它被广泛应用于弱磁场测量等领域。本实验的物理内容很丰富，实验过程中不仅掌握其方法，也会见到比较复杂的现象。若能根据基本原理给出正确的分析，将受到一次很好的原子物理实验和综合实验的训练。

混沌电路实验（6 学时）

非线性是在自然界广泛存在的自然规律，相对于我们熟悉的线性要复杂得多。随着物理学研究的不断深入，非线性问题逐渐被重视起来，现已出现了多个分支，混沌便是其中之一。混沌现象在生活中广泛存在，如著名的蝴蝶效应、湍流、昆虫繁衍等。通过本实验观察各种混沌现象并研究其出现的条件，测量非线性负阻的 I-V 特性等。

选做实验（12 学时）

学生在下半学期五周选做时间内，自己选择实验项目，完成 12 学时的选做内容。选做实验项目

包括：基于金刚石色心的量子计算模拟实验、空间光调制器、高温超导样品制备和转变温度测量，等离子体物理实验，Labview 系列实验，Muon 系列实验，核磁共振成像实验扩展内容，弗兰克-赫兹实验，法拉第效应实验，X 光衍射实验扩展内容，四极杆质谱仪实验扩展内容，冉绍尔-汤森效应，X 射线荧光分析实验，G-M 计数器实验，氦氖光谱实验，Arduino 系列实验，晶体的声光、电光、磁光效应实验，固体激光器系列实验，拉曼光谱实验，单光子计数器实验等。每一个选做实验建议的实验学时数在选做实验登记表上列出。

劳动教育和安全教育

课程教学内容包含总计 4 学时的劳动教育和不少于 4 学时的实验室安全教育。

期末口头汇报（6 学时）

学生全程参加，讲选做的实验内容。两人一组，每位同学报告时间为 8 分钟，讨论 2 分钟。同时交 PPT 的纸质打印版（格式为：每页 A4 纸打印 6 页 PPT）。

3. 理论物理（下）

课程代码	TCPH130028				
课程名称	理论物理（下）				
英文名称	Theoretical Physics (Volume II)				
学分数	4	周学时	5	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业进阶 I 课程				
教学目的	本课程是物理类学生必修的一门专业基础课。通过本课程的学习，掌握电磁场的基本规律和性质，获得处理一些基本电磁现象的理论方法。了解和认识微观粒子的运动规律，初步掌握量子力学的基本概念，基本原理和研究方法，了解量子力学在近代物理中的广泛应用。通过对原理和公式进行实际运用，来理解课程的基本知识和物理现象。				
基本内容简介	理论物理（下）包含电动力学和量子力学的基本内容。电动力学内容为电磁场的基本规律，静电场、静磁场、电磁波的传播和辐射。量子力学包含微观粒子的基本特性，波函数和薛定谔方程，量子力学中的力学量和表述形式，自旋和多粒子体系，多体系统的近似解法和量子跃迁的内容。				
基本要求：	要求学生具备高等数学、大学物理和数学物理方法的基本知识。				
教学内容安排	（按 90 学时共计 18 周，18 周含考试周，具体到每节课内容）： 电动力学部分：36 学时 第 0 章 绪论及矢量分析（2 学时）（人文情怀：指南针，我国古人对电磁现象的研究） 第一章 maxwell 方程组（5 学时）（科学精神：从具体到抽象，真正形成学科） § 1.1 Maxwell 方程组和 Lorentz 力公式 § 1.2 介质的电磁性质与介质中的场方程 § 1.3 电磁场的边值关系 § 1.4 电磁场的能量和能流 第二章 静电场（8 学时）（科学精神：数学的威力） § 2.1 静电场的标势及其微分方程 § 2.2 唯一性定理 § 2.3 分离变量法 § 2.4 镜像法 § 2.5 电多极矩法 第三章 静磁场（5 学时）（科学精神：勇于探索，AB 效应的故事） § 3.1 矢势及其微分方程 § 3.2 磁标势 § 3.3 磁多极矩 第四章 电磁波的传播（6 学时）（国家意识：我国在隐形材料和隐形探测上的突破，服务国防） § 4.1 平面电磁波 § 4.2 电磁波在介质界面上的反射和折射 § 4.3 有导体存在时电磁波的传播 § 4.4 谐振腔 § 4.5 波导管				

第五章 电磁波的辐射 (5学时) (国家意识: 我国在现代通信上的突破, 产业报国)

§ 5.1 电磁场的矢势和标势

§ 5.2 推迟势

§ 5.3 电偶极辐射

第六章 利用数值计算方法编程求解电磁场的问题 (3学时) (人文情怀: 华人科学家在这个领域的系列原创贡献)

§ 6.1 FDTD 的基本思想

§ 6.2 FDTD 的离散参数的稳定性条件

§ 6.3 介质电磁参量的设定

期中考试 (2学时)

量子力学部分: 44 学时

第一章 绪论 (2学时) (科学精神: 从经典物理到量子物理发展的过程, 蕴含的科学方法)

§ 1.1 经典物理学的困难

§ 1.2 物质粒子的波粒二象性

第二章 波函数和薛定谔方程 (8学时) (科学精神: 量子力学诞生的基础和应用)

§ 2.1 薛定谔方程

§ 2.2 波函数的统计诠释; 连续性方程

§ 2.3 定态; 有关一维束缚态的若干定理

§ 2.4 一维平底势阱中的粒子 (包括无限深势阱, 有限深势阱)

§ 2.5 一维谐振子 (微分方程解法)

§ 2.6 势垒贯穿

第三章 量子力学中的力学量 (8学时) (科学精神: 量子力学知识发展的哲学思想)

§ 3.1 表示力学量的算符

§ 3.2 动量算符和角动量算符

§ 3.3 电子在库仑场中的运动

§ 3.4 厄密算符本征函数的正交性

§ 3.5 算符与力学量的关系

§ 3.6 算符的对易关系 两力学量同时有确定值的条件 测不准关系

§ 3.7 力学量平均值随时间的变化 守恒定律

第四章 量子力学的表述形式 (8学时) (科学精神: 量子力学发展的内在逻辑)

§ 4.1 态的表象

§ 4.2 不同表象中算符的矩阵表示

§ 4.3 量子力学公式的矩阵表示

§ 4.4 Dirac 符号

§ 4.5 幺正变换

第五章 自旋和多粒子体系 (6学时) (国家意识: 电子自旋在现代科技中的应用)

§ 5.1 电子自旋存在的实验事实

§ 5.2 电子的自旋算符与 Pauli 矩阵

§ 5.3 自旋态的描述与自旋波函数

§ 5.4 两个角动量的耦合

§ 5.5 全同粒子的特性

§ 5.6 全同粒子体系的波函数泡利原理

第六章 量子力学中的近似方法 (8学时) (科学精神: 多体问题的科学处理方法)

§ 6.1 非简并定态微扰论

§ 6.2 简并定态微扰论

§ 6.3 变分法

§ 6.4 氦原子

第七章 量子跃迁 (4 学时) (国家意识: 知识服务国家, 我国在量子科技领域的国际地位)

§ 7.1 与时间有关的微扰理论

§ 7.2 量子跃迁几率

§ 7.3 光的发射和吸收

答疑、复习及期末考试 (10 学时)

4. 量子力学进阶

课程代码	TCPH130057				
课程名称	量子力学进阶				
英文名称	Advanced Quantum Mechanics				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）专业进阶 I 课程				
教学目的	课程的教学目的是使得学生掌握量子力学的基本物理内涵和数学处理方法。使得学生能够更加自如的从经典物理思考方式过渡到量子物理思考方式，了解量子力学所揭示的认识论方法意义；进一步掌握量子力学的基本近似方法，熟悉其对相关物理问题的处理手段。在教学的过程中，注重培养学生的批判求真、勇于探索、创新开拓的科学精神；同时，也将在培养学生科学精神、提高学生专业素养的基础上，培养学生的国际视野，增强民族自强需要科学自强、科学报国等积极意识。				
基本内容简介	量子力学主要是描述物质在微观层级（如原子、分子、亚原子等）上的运动规律的基本理论工具，它与相对论一起被认为是现代物理学的两大基本支柱。量子力学自二十世纪初建立以来，已成为人类认识客观世界运动规律的有力工具，并进入到自然科学的几乎所有门类。 本课程是核科学与技术专业本科前序量子力学入门相关课程的后续，用以进一步扩展学生在量子力学方面的知识体系。其主要内容包括：量子力学发展历史、基本方程、算符与对称性、微扰论、跃迁、散射理论、二次量子化理论等。				
基本要求：					
要求学生已学习高等数学、大学物理、数学物理方法的基本知识，《量子力学 I》或同等的其它课程。					
教学内容安排（具体到每节课内容，共计 18 周，含考试周共 54 学时）					
教学周 教学内容及预期效果 作业/实验/实践					
1 绪论 量子力学诞生、世界观、与其它学科的关系 作业					
2 薛定谔方程、波函数解释、表象理论与态叠加 作业					
3 一维定态问题：方势阱、一维散射问题、周期场 作业					
4 算符表示：本征值与本征函数、角动量算符、连续谱 作业					
5 Nether 定理、连续对称变换、时间演化与对称性 作业					
6 中心力场、氢原子、三维谐振子 作业					
7 二维中心力场、Landau 能级、Zeeman 效应 作业					
8 超导、么正变换、矩阵表示 作业					
9 期中考试周					
10 电子自旋、二电子体系自旋态、原子与原子核壳结构 作业					
11 角动量耦合理论 作业					
12 微扰论 作业					
13 量子跃迁、光吸收与辐射、激光原理 作业					
14 散射理论 作业					
15 变分原理、分子转动与震动、Fermi 气体模型 作业					
16 二次量子化 作业					
17 考试周					
18 考试周					

5. 加速器原理

课程代码	TCPH130007				
课程名称	加速器原理				
英文名称	The Principle of Accelerator				
学分数	2	周学时	2	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业进阶 I 课程				
教学目的	<p>本课程讲授各种类型加速基本原理和特性,使学生对加速器领域有一个整体的了解,包括相关的粒子源和各种束流光学元件的基本原理,各种类型加速器的基本概念、原理、结构特点、主要应用,以及各种加速器之间的内在联系与共同规律。为进一步学习加速器进阶课程或创造性地从事加速器有关领域的工作打下基础。通过介绍加速器领域在国计民生中的各种重要应用,对比本领域在国内外的发展现状和趋势,引导学生充分了解在加速器领域的老一辈科学家为国家发展所做出的巨大贡献,宣扬爱国主义情怀,同时引导学生科学地、辩证地看待加速器领域蓬勃的发展前景,提升学习热情和专业兴趣。</p>				
基本内容简介	<p>教学内容主要包括加速器的基本构成,按照加速器的发展历史分别详细介绍几种典型的高压型加速器和谐振型加速器的工作原理、束流品质和主要应用。其中还包括各类型带电粒子源的基本结构和工作原理,带电粒子在电磁场中的运动特性,带电粒子束的输运过程,以及国内外加速器领域的发展现状和趋势等内容。</p>				
<p>基本要求:</p> <p>要求学生预修课程:高等数学,电磁学</p> <p>学习期间按时上课,认真听讲,按时完成作业,严禁抄袭。</p>					
<p>教学内容安排 (按 36 学时共计 18 周,具体到每节课内容):</p> <p>第一章 绪论 (2 学时)</p> <p>(1) 课程内容和学习方法</p> <p>(2) 带电粒子加速器的分类及基本组成</p> <p>(3) 带电粒子加速器的束流性能</p> <p>(4) 带电粒子在恒定电磁场中的运动</p> <p>第二章 带电粒子的产生 (2 学时)</p> <p>(1) 电子枪</p> <p>(2) 离子源</p> <p>概述,几种常用的离子源。</p> <p>第三章 倍压加速器 (4 学时)</p> <p>(1) 概述</p> <p>(2) 倍压原理</p> <p>(3) 高压稳定和测量</p> <p>(思政点:通过两个工程应用的小实例,强调工科的严谨对于人身安全的重要性,引发学生思考,强化工科思维)</p> <p>(4) 带电粒子的加速</p> <p>(5) 带电粒子的聚焦</p>					

- (6) 倍压加速器的性能特点及发展现状
- (7) 其他倍压型高压电源所组成的加速器
- (8) 粒子加速器的辐射加工

第四章 静电加速器 (6 学时)

(1) 概述

(思政点: 介绍复旦大学研制的国内第一台静电加速器, 突出复旦老一辈科学家在加速器领域的为国家发展所做出的巨大贡献, 提升复旦学子投身国家建设的使命感和担当意识)

- (2) 静电起电机
- (3) 加速管
- (4) 带电粒子束的聚焦
- (5) 串列式静电加速器
- (6) 电压和能量的测量及稳定
- (7) 束流运输系统
- (8) 静电加速器的性能特点
- (9) 静电加速器的发展概况和实例
- (10) 串列加速器质谱

(思政点: 介绍复旦大学和科学技术系的 2*3MV 串列静电加速器, 用具体的实例突出复旦在加速器领域的一些列科研工作, 培养学习热情和专业兴趣)

第五章 回旋加速器 (6 学时)

- (1) 回旋加速器的工作原理
- (2) 回旋加速器的电磁聚焦
- (3) 经典回旋加速器中的相移和极限能量
- (4) 等时性回旋加速器
- (5) 加速电压和高频系统
- (6) 束流的引出
- (7) 束流能量的调节和刻度
- (8) 束流性能
- (9) 回旋加速器的现状和实例

第六章 自动稳相准共振加速器基础 (2 学时)

- (1) 自动稳相准共振加速器的共同特点
- (2) 准共振加速条件
- (3) 实现准共振加速的各种途径
- (4) 自动稳相原理

第七章 环型准共振加速器 (4 学时)

(1) 同步加速器

工作原理, 同步条件, 相运动特点, 预加速, 结构, 性能特点, 发展概况和实例。

(2) 强聚焦原理及其在加速器中的应用

工作原理, 强聚焦四极透镜系统, 强聚焦原理及其在加速器中的应用, 强聚焦同步加速器, 增强器, 储存环, 同步辐射光源, 对撞机。

(思政点: 介绍上海同步辐射光源和北京正负电子对撞机, 用中国速度和中國成就让学生看到中国科技事业的蓬勃发展, 提升自信心)

第八章 直线型准共振加速器 (4 学时)

- (1) 驻波直线共振加速器
- (2) 行波直线加速器

第九章 重离子加速器 (1 学时)

- (1) 对重离子加速器束流性能要求

(2) 重离子能量与几种加速器主要参数的关系

(3) 多电荷离子源和电子剥离器

(4) 各种重离子组合加速器系统

第十章 加速器的应用和展望 (1 学时)

(1) 加速器的应用和展望

(2) 国内加速器领域的发展现状和发展趋势

(思政点：详细的国情介绍，让学生充分了解中国近年来在加速器领域的一系列举世瞩目的发展成就，用当代中国成就鼓舞学生自信，培育科技报国的家国情怀和使命担当)

注：第 17 周综合练习、复习、答疑

第 18 周期末考试

6. 热力学与统计物理进阶

课程代码	TCPH130058				
课程名称	热力学与统计物理进阶				
英文名称	Thermodynamics & Statistical Physics (II)				
学分数	3	周学时	3	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业（卢鹤绂班）专业进阶 I 课程				
教学目的	本课程承接低年级的理论物理课程，针对“粒子物理与原子核物理”模块的专业要求，在热力学与统计物理方面进行继续教育，帮助学生进一步深入掌握热力学与统计物理的基本思想和基本方法，学会一些初步手段方法来处理热力学统计物理问题，为进一步学习粒子物理与核物理和从事科学研究打下坚实的基础。				
基本内容简介	基本内容包括热力学的基本概念和规律、统计物理学基本概念、玻尔兹曼统计、玻色统计和费米统计、系综理论、涨落理论、非平衡态统计、核物理中的热力学和统计物理等内容。				
基本要求:					
掌握热力学与统计物理的基本概念、原理和理论方法，并结合实际应用对其一些公认的科学发现与进展有一定的认识和了解。从统计微观本质上认识对热力学现象规律，培养学生的科学思维和创新精神。					
教学内容安排（具体到每节课内容） （共计 18 周，含考试周；共 54 学时，课堂讲授共 51 学时，讲授内容如下）：					
第一章 热力学的基本概念和规律（6 学时）					
1. 物态方程					
2. 物质的热力学性质					
2. 临界点和相变分类					
3. 临界现象和临界指数					
4. 朗道连续相变理论					
第二章 统计物理学基本概念（6 学时）					
1. 三种统计系综					
2. 微观状态的经典和量子描述					
3. 宏观量的统计性质					
4. 平衡态的统计 等几率原理					
第三章 统计分布相关数学（3 学时）					
1. 概率基础知识					
2. 常用概率分布					
3. 常用数学公式					
第四章 玻尔兹曼统计（3 学时）					
1. 理想气体的物态方程					
2. 麦克斯韦速度分布律					
3. 理想气体的热容和熵					
第五章 玻色统计和费米统计（6 学时）					
1. 热力学量的统计表达式					
2. 弱简并理想玻色气体和费米气体					

3. 玻色-爱因斯坦凝聚

4. 强简并理想费米气体

第六章 系综理论 (6 学时)

1. 微正则、正则、巨正则系综的热力学公式

2. 实际气体的物态方程

3. 液氦的性质和超流理论

第七章 涨落理论 (6 学时)

1. 涨落理论的基本概念

2. 布朗运动

3. 临界点处的序参量的涨落和关联

4. 临界指数的标度与普适性

第八章 非平衡态统计 (6 学时)

1. 玻尔兹曼方程

4. 气体的粘滞现象

3. 金属的电导率

第九章 核物理中的热力学和统计物理 (9 学时)

1. 核物质的热力学和信息熵

2. 核物质相图和临界点

3. 核物质状态方程

4. 夸克胶子等离子体

5. 早期宇宙、行星演化和元素合成

7. 核相关基础实验 (II)

课程代码	TCPH130006				
课程名称	核相关基础实验				
英文名称	Primary Experiments of Nuclear Science and Technology				
学分数	3	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	专业进阶 I 课程				
教学目的	<p>本课程是在普通物理实验、近代物理实验之后,为核技术专业高年级本科生开设的一门重要的专业基础实验课程。通过核相关基础实验来培养学生的核相关实验能力,掌握辐射探测器、核电子学仪器、数据获取系统的使用,熟悉核相关实验的基本实验方法和技能,并学会如何用实验方法研究核相关物理现象与规律。在实验过程中,除了进行专业实验方法和专业实验技能的训练外,必须做到训练的规范性和严格性,凸显专业特点与专业规范。</p>				
基本内容简介	<p>1. 通过 8 个核相关基础实验, 熟练掌握辐射探测器、核电子学系统的使用和核相关实验研究的基本实验方法和技能, 学习如何用实验方法技术研究核相关物理现象及规律, 培养学生在实验过程中发现问题、分析问题和解决问题的能力。</p> <p>2. 以模拟科研实验的要求来准备实验, 学生两人一组, 在教师的指导下协作完成实验. 在此过程中注意独立工作能力和合作能力的培养。</p>				
基本要求:					
掌握辐射探测器、核电子学仪器、数据获取系统的使用, 熟悉核相关实验的基本实验方法和技能, 并学会如何用实验方法研究核相关物理现象与规律。					
教学内容安排 (按 64 学时共计 16 周, 具体到每节课内容):					
<p>本学期共 15 周, 每周 4 学时 (五一假期除外)。</p> <p>1-3 周: 完成第 1 个实验。</p> <p>4-9 周: 完成第 2-4 个实验。每个实验 2 周, 共 8 学时。</p> <p>10、12-14 周: 完成后 4 个实验。每个实验需要 4 个学时, 要求学生实验前完成预习报告。</p> <p>15-16 周: 分两次进行考试, 每位同学随机抽取本学期的一个实验进行实验系统连线、调试、实验等过程。</p>					
<p>1. 核衰变统计规律</p> <p>核物理相关过程大多是随机过程, 通常采用统计分布来描述。泊松分布和高斯分布是最常用的描述核随机过程的统计分布。在此实验了解并验证原子核衰变及放射性计数的统计性, 并了解统计误差的意义, 掌握计算统计误差的方法, 学习检验测量数据的分布类型的方法。</p>					
<p>2. 物质对γ射线的吸收</p> <p>单能γ射线穿过物质时, 与物质发生相互作用 (主要是光电效应、康普顿散射和电子对效应), 其强度会减弱, 这种现象称为γ射线的吸收。在此实验中研究γ射线在物质中的吸收规律, 测量γ射线在不同物质中的吸收系数, 了解γ射线的防护知识。</p>					
<p>3. 康普顿散射</p> <p>康普顿效应是当γ射线或 X 射线打在物质上, 与物质中原子的核外电子发生相互作用, 作用后产生散射光子和反冲电子的效应。康普顿效应是验证光的波粒二象性的重要物理实验之一, 由于康普顿在实验上首次发现此效应, 他于 1927 年获得诺贝尔物理学奖。通过本实验, 学习利用塑料闪烁体与 NaI(Tl) 闪烁γ谱仪测量γ能谱与微分截面的实验技术, 掌握实验测量康普顿散射光子能量以及微分散射截面与散射角的关系, 并与理论计算值比较。</p>					

4. α 粒子的能谱和射程的测量

金硅面垒型半导体 α 谱仪具有能量分辨率高、能量线性范围宽、脉冲上升时间快、体积小和价格便宜等优点，在 α 粒子及其它重带电粒子能谱测量中有着广泛的应用。通过本实验，深入了解半导体探测器的工作原理，掌握金硅面垒型半导体 α 谱仪的使用，并学会 α 粒子能谱的测量及 α 粒子在空气中射程的测量方法。

5. β 射线能谱测量

β 衰变是指原子核自发地发射出 β 粒子或俘获一个轨道电子而发生的转变。这一过程在核素表的所有核素范围内几乎都能发生，因此对 β 衰变的研究，特别是 β 能谱测量及分析曾在核衰变与核结构研究以及同位素应用中具有重要的意义。在本实验中，加深对 β 衰变过程和库里厄图的理解，掌握一种 β 能谱的测量方法，学会用库里厄图分析 β 射线的能谱。通过对 β 能谱的分析，了解半导体探测器在 β 能谱测量中的利弊。

6. 能量色散 X 荧光分析

荧光分析技术是近年来在科研及生产中进行物质成分的定性和定量分析的有力工具。它具有分析速度快、不破坏分析样品、灵敏度高、一次可以分析多种成分等优点，因此在工业、医学、地质、考古和公安侦察等方面得到了广泛的应用。通过本实验，可以了解荧光分析的原理及有关影响因素，了解半导体制冷 Si-PIN X 射线谱仪的工作原理、基本性能及使用方法，并利用 X 射线荧光分析技术作样品成分的定性分析。

7. 符合法测量放射源活度

符合法是研究相关事件的一种方法，它利用电子学的方法把有时间关联的事件选择出来。符合技术在核物理的各个实验研究领域中都获得了广泛的应用，如研究核反应产物的角分布、测定核激发态的寿命、角关联、测量飞行粒子的能谱、研究宇宙射线和实现多参数测量等。通过本实验，可以学习时间符合测量的基本方法，学会应用符合方法测定 ^{60}Co 放射源的放射性绝对活度。

8. 辐射外照射防护方案设计

辐射防护是研究保护人类免受或少受辐射危害的应用学科。在核领域，辐射防护专指核辐射防护。人们在长期的实践和应用中发现，少量的核辐射照射不会危及人类的健康，过量的核照射对人体会产生伤害，使人致病、致死。人员受到的核辐射剂量越大，对人体造成的危害也越大。体外辐射源对人体的照射称外照射。外照射防护方法有哪三种：一是受照射时间的控制；二是增大与辐射源间的距离；三是采用屏蔽三种方法。本实验为设计性实验。利用实验室提供的实验设备，设计三种方案使人员处于某放射性场所中所受到的辐射剂量减小一个量级。

8. 核技术综合实验

课程代码	TCPH130008				
课程名称	核技术综合实验				
英文名称	Advanced Experiments of Nuclear Science and Technology				
学分数	3	周学时	4	授课语言	中文
课程性质	核工程与核技术专业 专业进阶 I 课程				
教学目的	通过 9 个综合能力训练实验, 对学生的实验动手能力进行比较全面的训练和培养, 并通过实验, 使学生学习如何用相应的实验方法、技能和技术研究物理现象和规律, 进一步提高他们在实验过程中发现问题、分析问题和解决问题的能力。				
基本内容简介	我们利用上海地区少有的大型设备, 如离子加速器和 EBIT 装置以及基于它们的研究平台, 开辟综合能力实验教学平台。在核技术、核电子学、光探测、带电粒子探测、真空、低温、高压、自动控制、数据获取等方面对学生进行实验训练和培养。在课程中将充分重视弥补我国本科生见识较少、动手能力较弱方面的缺陷, 让学生有机会接触更多的科学研究设备, 尤其是大型设备。				
基本要求:					
9 个实验中选择并完成 8 个实验, 提交实验报告。课上, 在科研实验平台上, 分组熟悉各种实验装置, 并完成一定的实验测量。课下, 每位同学各自完成实验数据分析, 并提交报告。					
教学内容安排: (按 72 学时共 18 周计)					
<p>1. 超高真空技术</p> <p>在现代的很多物理装置中, 尤其是加速器装置, 超高真空的实现是其物理实验的一个关键性的条件。可以说能否实现超高真空直接影响着大型加速器装置研制的成败。为了获得超高真空, 必须综合考虑真空材料、真空设备加工工艺、真空获得设备和测量技术。本实验依托于超高真空热释放谱系统装置, 该装置包括了超高真空腔体、分子泵、离子泵、机械真空泵、四极质谱计、超高真空规管等真空元件, 可以使学生掌握超高真空的概念、超高真空的获得、超高真空的测量、残余气体分析及各真空泵抽气特性。并在实验过程中加深对超高真空条件的操作注意事项的理解。</p> <p>2. 高电荷态离子光谱测量技术</p> <p>通过对实验室自主研制的电子束离子阱 (EBIT) 装置的调试以及学习, 了解 EBIT 工作原理、EBIT 中等离子体的产生机理, 以及 EBIT 中等离子体的电荷态分布与 EBIT 工作参数的关系等相关知识。在老师的指导下, 利用光谱仪测量 EBIT 等离子体的光谱及其随 EBIT 工作参数的变化, 掌握等离子体光谱测量和光谱分析技术, 以及加深对等离子体中的微观物理过程的了解。此外, 通过本实验还可了解 EBIT 装置用于高温等离子体过程分解研究的基本原理, 这些亦或将成为核聚变、天体物理等领域相关研究工作的基础。</p> <p>3. 弹性散射分析技术</p> <p>离子背散射分析技术是一项应用相当广泛的核分析技术。在各种功能薄膜材料 (包括半导体材料, 磁性材料、超导材料、储氢材料、聚变堆材料等) 的研制领域有着重要的地位。对薄膜、多层膜 (金属、半导体) 材料可进行无损、精确、快速分析: 薄膜厚度 (精确到几个纳米)、元素组成 (重元素灵敏)、确切成分、杂质浓度及体分布、表面、界面情况; 单晶材料的结晶品质、晶轴方向、异质外延层的四方畸变、辐射损伤情况、杂质替位率等。本实验依托于大型设备串列加速器和离子背散射实验束线。在实验中, 学生将通过背散射离子能谱的测量, 加深对离子背散射分析技术的理解, 并掌握这种核分析方法。</p> <p>4. 反应截面测量</p> <p>反应截面是原子核物理和原子物理的重要物理参数之一, 反应截面的测量是研究反应动力</p>					

学的重要手段。本实验依托于本实验室的同位素分离器设备及其截面测量实验管道。通过本实验，学生将加深对反应截面概念的理解，学会离子束与气体反应截面测量方法。

5. 薄膜制备技术

薄膜制备技术就是在特定的沉底材料上，用物理或化学的方法形成一层或多层薄膜（金属、半导体、电介质），以获得特定的物理特性。在现代科学技术和工业生产中有着十分广泛和重要的应用，如半导体薄膜、光学薄膜、磁性薄膜、压电薄膜、机械功能薄膜。薄膜技术几乎渗透到所有科学技术研究领域。本实验依托于磁控溅射和离子束溅射镀膜设备。在本实验中，学生将了解和学习离子溅射镀膜方法，掌握等离子体溅射镀膜原理和制备技术，并通过该方法制备薄膜。

6. 扫描质子微探针技术

扫描质子微探针 (Scanning Proton Microprobe, SPM) 是近年来发展较快的一项适用于微区微量元素分析研究的强有力工具，它具有灵敏度高、散射小和贯穿本领高等特点，在深入样品后由于弥散很小，仍能保持很高的空间分辨率，可以获得样品内部的信息。核微探针技术是离子束分析领域中一个很独特的研究分析手段，因此在材料、生物医学、地质、考古和公安侦察等方面得到了广泛的应用。本实验依托大型设备串列加速器和扫描质子微探针系统，使学生了解并掌握扫描质子微探针系统工作原理、基本性能及使用方法，并利用该系统对样品进行分析研究，从而得到有意义的结果。

7. 质子激发 X 射线荧光技术与科技考古

质子激发 X 荧光技术是离子束分析中非常重要的实验手段之一，作为一种新式元素分析方法，由于其分析元素的高灵敏度、高可靠性而在材料科学、生物、医学、地质学和矿物学等领域得到较广泛的应用。由于其分析方法的非破坏性，因而在考古学、艺术品分析方面也得到重视，在采用外束技术时，可把质子束穿过隔离真空和大气的薄膜而引出真空室，可在大气环境下对大型文物或珍贵艺术品进行研究分析。本实验依托大型设备串列加速器和质子束荧光分析束线，了解荧光分析工作原理、基本性能及操作方法，并利用外束质子 X 射线荧光技术对考古样品进行科技研究，例如古陶瓷样品的产地研究、真伪鉴别、古玉的化学成份研究等。

8. 穆斯堡尔谱

穆斯堡尔谱学 (Mossbauer Spectroscopy) 是应用穆斯堡尔效应研究物质的微观结构的学科，具有分辨率高、灵敏度高、抗干扰能力强，并且可以对样品无损分析等优点。穆斯堡尔效应的实质是 γ 射线的无反冲发射或共振吸收现象，很容易探测出原子核能级的变化。但并不是所有原子都具有穆斯堡尔效应，只有具有穆斯堡尔核的元素才能产生穆斯堡尔效应。穆斯堡尔谱学中最常用的是 ^{57}Fe 的能量为 14.4 keV 的 γ 射线，因为 ^{57}Fe 的穆斯堡尔效应在室温下就相当显著，穆斯堡尔谱学在物理学、化学、生物学、地质学、冶金学、矿物学、地质学等领域都得到广泛应用。近年来穆斯堡尔谱学也在一些新兴学科，比如材料科学和表面科学领域，开拓了广泛的应用前景。在本实验中，学生将了解穆斯堡尔效应的原理和实验装置，以及穆斯堡尔谱的数据采集和分析方法。

9. 多道时间谱仪

多道时间谱仪中包含快电子学、快慢符合技术，是一种重要的核电子学系统，相关技术在核物理、原子物理等很多物理研究领域得到了广泛的应用。为了培养核技术方面的人才，很有必要建立这样的系统，使学生在理论学习的基础上有机会加深和掌握该系统的原理和使用。

附录

附件 1.

核工程与核技术专业（核物理方向卢鹤绂班）荣誉课程列表

课程代码	课程名称	学分/周学时	开课学期	课程负责教师	课程特色描述	可替换课程及相应学分
PHYS130003h	经典力学(H)	4/4	3	徐晓华 林志方	■深度加强 □小班授课的研讨式课程 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其它：	PHYS130003 经典力学 (3 学分)
TCPH130014h	原子物理学(H)	4/5	4	赵凯锋	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 ■增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130014 原子物理学 (3 学分)
PHYS130006h	数学物理方法A(H)	5/6	4	林志方 万义顿 周洋	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	PHYS130006 数学物理方法A (4 学分)
PHYS130113h	热力学与统计物理 I(H)	5/6	4	陈焱 金晓峰 李晓鹏	■深度加强 □小班授课的研讨式课程 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其它：	PHYS130113 热力学与统计物理 I (4 学分)
TCPH130003h	核辐射探测与实验方法(H)	4/4	5	张雪梅	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130003 核辐射探测与实验方法 (3 学分)
PHYS130008h	量子力学 I(H)	5/6	5	肖江 吴长勤 黄旭光	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	PHYS130008 量子力学 I (4 学分)
PHYS130114h	电动力学(H)	5/6	5	周磊 石磊	■深度加强 □小班授课的研讨式课程 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其它：	PHYS130114 电动力学 (4 学分)
TCPH130001h	核物理(H)	4/5	6	李增花 王小龙	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 ■增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130001 核物理学 (3 学分)
TCPH130044h	粒子物理学(H)	4/5	7	罗涛	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 ■增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130044 粒子物理学 (3 学分)

TCPH13 0008h	核技术 综合实 验(H)	4/5	7	张雪梅	<input checked="" type="checkbox"/> 深度加强 <input checked="" type="checkbox"/> 小班教学 <input type="checkbox"/> 大班授课增加小班 讨论课时 <input type="checkbox"/> 增加阅读量 <input type="checkbox"/> 外教参与建设 <input type="checkbox"/> 重新编写教材 <input type="checkbox"/> 其他	TCPH130008 核技术综合 实验(3学 分)
-----------------	--------------------	-----	---	-----	---	------------------------------------

附件 2.

核工程与核技术专业（核技术方向吴征铠班）荣誉课程列表

课程代码	课程名称	学分/ 周学时	开课 学期	课程负 责教师	课程特色描述	可替换课程及 相应学分
TCPH130014h	原子物理学(H)	4/5	3	赵凯锋	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 ■增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130014 原子物理学(3学分)+任意选修课(1学分)
TCPH130001h	核物理(H)	4/5	4	李增花 王小龙	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 ■增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130001 核物理学(3学分)+任意选修课(1学分)
PHYS130006h	数学物理方法A(H)	5/6	4	林志方	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	PHYS13006 数学物理方法A(4学分)+任意选修课(1学分)
TCPH130028h	理论物理(H)	5/6	5	李增花 王平晓	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130028 理论物理(下)(4学分)+任意选修课(1学分)
TCPH130003h	核辐射探测与实验方法(H)	4/4	5	张雪梅	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130003 核辐射探测与实验方法(3学分)+任意选修课(1学分)
PHYS130008h	量子力学I(H)	5/6	5	肖江 吴长勤	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130028 理论物理(下)(4学分)+任意选修课(1学分)
TCPH130044h	粒子物理学(H)	4/5	6	罗涛	■深度加强 □小班教学 ■大班授课增加小班讨论课时 ■增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130044 粒子物理学(3学分)+任意选修课(1学分)
TCPH130008h	核技术综合实验(H)	4/5	7	张雪梅	■深度加强 ■小班教学 □大班授课增加小班讨论课时 □增加阅读量 □外教参与建设 □重新编写教材 □其他	TCPH130008 核技术综合实验(3学分)+任意选修课(1学分)

注：选择荣誉项目路径的优秀本科生须选修其中6门课程。

附件 3.

复旦大学核科学与技术系本科生毕业论文（设计）工作管理办法 （试行）（2019 年 3 月修订）

毕业论文（设计）是本科教学的一个重要环节，是一个全方位考察学生理解、运用所学专业知识的重要方式，也是培养学生研究能力的重要方法。按教学培养方案要求完成毕业论文（设计）是本科生获得学士学位的必要条件。为切实作好本科毕业论文（设计）工作，确保毕业论文（设计）的质量，根据《复旦大学关于本科毕业论文（设计）工作若干规定》制订本管理办法。

一、 毕业论文（设计）的目的和要求

毕业论文（设计）的基本教学目的是培养学生运用专业知识，发现问题、提出问题、分析问题、解决问题的能力；培养学生严肃认真的科学态度；培养学生查阅文献和清楚地表达思想的能力。

通过毕业论文（设计），进一步培养学生具有从事科学研究工作和综合实验技能或专门技术工作的初步能力，初步掌握科学研究的基本方法。具体可归纳为：

1. 对资料、信息的获取及独立分析的能力，本专业外文的阅读和翻译能力；
2. 综合运用所学知识和技能，解决实际问题的能力；
3. 较好地掌握本门学科的基础理论、专门知识和基本技能，方案论证的能力；
4. 培养学生的创新意识和创新精神，继承和发现探索与创造的能力；
5. 撰写论文（设计）或设计说明书的能力，开题报告、论文（设计）答辩时的口头表达能力。

二、 毕业论文（设计）安排

毕业论文（设计）具体安排在本科阶段的第七、八学期，其中第七学期为准备阶段，第八学期为论文阶段。具体安排如下：

1. 第七学期（秋季）准备阶段

- 1) 课题申报和审核：第 4-7 周，教师填写本科生毕业论文（设计）课题申报表（附件 1），经系教学指导委员会审核并确定最终供选课题。
- 2) 学生选题：第 8-9 周为学生选题时间。系所通过“毕业论文动员大会”或其它途径，公布毕业论文题目，并说明相关注意事项，学生自由选题（与指导教师联系），

具体操作、协调由辅导员（或班导师）负责，必要时由系里协调，确定每个学生的毕业论文指导教师，并填写《毕业论文（设计）学生申请表》（附件2）交至教务室。

3) 公布选题结果：第10周公布最终选题结果。

4) 开题报告：第11-16周为学生准备开题报告，学生在教师的指导下填写《毕业论文（设计）开题报告》（附件3），指导教师审核、填写意见并签名，学期结束前学生进行开题报告，并提交至教务室。

2. 第八学期（春季）论文阶段：

1) 论文阶段：开学第1周即开始论文工作，指导教师要及时填写《本科生毕业论文（设计）检查指导情况记录》（附件4），记录指导过程。

2) 中期检查：第6-7周进行中期检查，主要由学生汇报论文进展情况，并填写《本科生毕业论文（设计）中期考核表》（附件5），指导教师签署意见，各方向检查组就论文工作情况提出意见及建议。

3) 第13周：学生在导师指导下按要求完成毕业论文（设计）的撰写，并将论文提交给指导教师评阅。系里对毕业论文（设计）进行相似度检测，检测结果 $\leq 15\%$ 方可参加论文审阅及答辩，具体见《核科学与技术系本科生毕业论文（设计）相似度检测工作实施细则》。

4) 第14周前学生将毕业论文（设计）提交给各方向检查组集中组织审阅，学生应根据导师评阅意见及审阅意见，即《本科生毕业论文（设计）审阅意见表》（附件6）尽快完成论文的修正。

5) 学校抽查：第14周，学校教务处进行本科生毕业论文进行抽查。

6) 论文答辩：第15周，系教学指导委员会组织答辩，并给定成绩。

7) 总结与上报：第18周向学校教务处递交工作总结。

三、 毕业论文（设计）选题

1. 选题遴选原则

1) 毕业论文（设计）选题应符合培养目标的要求，能达到综合训练的目的。在符合专业基本教学要求的前提下，选题应结合实际科学研究任务进行。积极引导學生走向学科前沿。

2) 课题的选择应结合用人单位的实际需要或与教师的科研任务密切结合，以利于教学相长并促进教师科研工作的深入。对于既带研究生又指导本科毕业设计（论文）工作的导师，还可以把导师——研究生——本科生的研究内容有机贯穿起来，本科生课题

可以是研究生课题的一部分或一个专题，但应注意分清层次，明确各自的研究内容和目标。

3) 在保证基本教学要求的前提下，毕业论文（设计）可以做理论专著的评释，使学生受到初步的科学研究的基本训练；可以做专题试验，使学生获得解决某个实际问题的锻炼；也可以做一些模拟性的设计、试验研究课题，让学生获得一定的独立工作的初步练习。

4) 课题应该目的明确、工作量适当，使学生在规定时间内经过努力能完成为度，最好能有阶段性的成果。

2. 毕业论文选题在指导教师指导下进行。

3. 每个选题 1 名学生。

4. 选题确定后，原则上不得更改。如因特殊情况需变更，由学生提出书面报告说明变更原因，经指导教师及主管系主任同意后方可变更。

四、 指导教师的资格与职责

1. 指导教师资格

1) 指导教师必须具有中级及中级以上的学术职称，原则上应在科研第一线工作，必须熟悉自己所指导的课题内容，掌握有关资料，并提前做好准备工作，填报《核科学与技术系毕业论文指导教师科研情况及可供选题》（附件 1）。

2) 指导教师 在论文学期中，应有三分之二以上的时间在学校，以保证学生得到足够时间的指导。

3) 每位指导教师原则上指导学生人数不得超过 2 名学生。导师一经确定，不得随意更换。

4) 学生选择由校外具有中级以上职称的科技人员担任指导教师的选题，须由学生提出书面申请（附件 2），并经相关双方负责人审核批准；同时，必须由系里指派联系人以了解课题的进展情况，并协助解决课题进行过程中的教学问题。

5) 具体资格审核由系教学指导委员会负责。

2. 指导教师职责

1) 毕业论文（设计）教学环节实行导师负责制。每个指导教师应对整个毕业论文（设计）阶段的教学活动全面负责。

2) 指导教师负责督促并确保学生的工作投入，并保证有足够的时间与学生直接指导与交流，指导学生论文期间因公外出者，应告知系教务部门，并需妥善安排好有关工作。

3) 毕业论文大致可划分为：文献资料准备及开题报告、课题工作、论文撰写、成果总结与答辩等阶段，指导教师应对各个环节进行监督指导，并提出具体要求。每次指导过程应记录到《本科毕业论文（设计）检查指导情况记录》中。

4) 指导教师要指导学生树立正确的科学研究态度，贯彻理论联系实际的原则，运用科学的研究方法与设计方法，逐步培养学生良好的科研习惯，要求学生做好文献笔记、研究笔记和实验笔记。具体的指导任务有：A. 介绍参考文献；B. 指导学生制订开题报告、课题计划与论文大纲；C. 检查学生课题进度，及时给予指导和帮助；D. 审阅课题成果；E. 指导毕业论文的撰写、审阅并给出修改意见；F. 参与组织答辩。

5) 指导教师如果发现同学不认真进行论文工作，应采取措施并及时向系教务部门报告。

6) 毕业论文的指导工作是一项重要的教学任务，作为常规教学工作内容考核。

五、学生的资格认定与责任

1. 学生的资格认定

1) 本科生应已完成相关基础课程和专业课程的学习，并填写《核科学与技术系本科毕业论文（设计）学生申请表》（附件2）

2) 对在毕业设计期间无故脱离论文工作一周以上的学生将受到系里的告诫警示，记入论文成绩甚至进行相关处分，无故脱离论文工作两周（以上）的学生将被取消论文答辩资格。

3) 具体资格审核由班级辅导员（或班导师）和系本科教务员共同负责。

2. 学生的责任

1) 在毕业论文过程中，学生应该：A. 认真参加课题活动；B. 根据课题要求写出开题报告；C. 查阅文献资料 and 了解有关技术方法；D. 制订课题计划和具体实施方案，并送指导教师审核；E. 按计划认真开展课题研究，形成研究成果；F. 在实践中提高解决实际问题的能力；G. 课题成果正确，论文内容充实、表述准确通顺、结构合理，并有一定的创新；H. 精心准备，准时参加答辩，虚心接受老师和同学们的意见和建议。

2) 提供装订成册的毕业论文一式三份和相应的电子文档，其中系里保存电子文档和纸质文件一份，指导教师留存一份、学生本人留存一份。

3) 毕业论文必须严格遵守学术规范。

4) 严格遵守校纪校规。在校外进行毕业论文的学生还要注意遵守所在单位和当地的规章制度。毕业论文期间学生应遵守教学纪律，无故缺课，或不听从教师指导，或弄虚作假者，将按学籍管理规定及其他相关管理规定进行严肃处理。

六、 毕业论文要求与规范

1. 正文内容

- 摘要（中、英文各 300-500 字）
- 课题背景介绍
- 具体工作的详细介绍（如理论推导，计算流程；实验装置及仪器设备型号，工作条件及参数描述；阅读的文献种类、出处及文献的内容；等等。）
- 结果分析和讨论
- 结论（或结果、或小结）
- 致谢
- 参考文献

论文字数要求：科学研究类论文字数 1.5 万字左右；工程设计类的正文字数 1.2 万字左右；文献综述类的正文字数 2 万字左右。

2. 书写装订格式

毕业论文（设计）要求按照《本科毕业论文（设计）书写规范》（附件 9）统一的格式书写。论文打印装订按照学校教务处规定的模版格式，封面由教务处统一印制提供。

3. 毕业论文归档材料

包括：毕业论文（设计）撰写人诚信承诺；毕业论文（设计）开题报告；毕业论文（设计）教师指导记录表；毕业论文（设计）中期检查记录；毕业论文（设计）正本；毕业论文（设计）相重性检测报告；指导教师独立性审查承诺、指导教师评语、答辩委员会（小组）评语、学分和成绩。毕业论文（设计）正本一式三份，原件留存院系，其余指导教师和学生各留一份。

七、 答辩委员会

1. 答辩前成立答辩委员会。答辩委员会主席由系指定的教授或副教授担任，成员数（含主席）为三到五人，答辩委员必须是副教授以上的教师或具有博士学位的教师。
2. 答辩委员会需提前向学生公布答辩学生名单、顺序、时间及地点。

3. 答辩委员会负责评定学生答辩成绩；答辩工作全部完毕后，答辩委员会应根据答辩情况以及本管理办法第八条评定成绩，填写《核科学与技术系本科生毕业论文答辩评分表》（附件8）。

八、 答辩资格审查

1. 答辩前一周，学生应将整理装订成册的毕业论文交指导教师审阅。指导教师审阅并写出评语后交答辩委员会，方可进行答辩。

2. 属下列情况的学生不得参加答辩：

1) 未完成毕业论文教学规定最低要求者；

2) 成果有较大错误或书写极不规范，经指导教师指出或系工作小组组织的审阅（审阅教师（非指导教师）填写附件6《本科生毕业论文（设计）审阅意见表》）指出而未修改者；

3) 缺席时间累计达三分之一总工作日者。

4) 有其他严重违纪违规行为者。

九、 记分制与评分标准

1. 论文答辩通过者，按照指导教师评分、答辩评分和成果评分，由答辩委员会综合评定最终毕业论文成绩，成绩按等级记载，其中A和A-为优秀，比例原则上不得超过30%，F为论文答辩不通过。

2. 各类等级成绩建议达到的指标是：

1) 获得成绩为A的：论文主题明确，写作规范，逻辑性强，答辩时能够熟练叙述自己的工作，回答问题正确。

2) 获得成绩为A-的：论文主题明确，写作规范，逻辑性较强，答辩时能够较熟练的叙述自己的工作，回答问题正确。

3) 获得成绩为B+的：论文主题明确，写作较规范，逻辑性较强，答辩时能够较熟练的叙述自己的工作，回答问题正确。

4) 获得成绩为B的：论文主题较明确，写作较规范，逻辑性较强，答辩时能够较熟练的叙述自己的工作，回答问题基本正确。

5) 获得成绩为B-的：论文主题较明确，写作较规范，有一定的逻辑性，答辩时能够较熟练的叙述自己的工作，回答问题基本正确。

6) 论文主题较为明确，写作较规范，有一定的逻辑性，答辩时能叙述自己的工作，回答问题基本正确，视答辩情况给定成绩为C或D类。

7) 取消论文答辩资格者或论文答辩不合格者，成绩计 F。

3. 答辩工作全部完毕后，应在两天内评定出学生答辩成绩，交教务员录入学校成绩管理系统。

十、 毕业论文资料及知识产权管理

1. 毕业论文资料（图纸、文档资料、实验记载、原始数据、计算数据、调研记录、程序、音像磁带、磁盘、图片、设计手稿、打印本及其他有保存价值的资料等等）学生均不得带走，由指导教师收回。

2. 毕业论文由系资料室负责编号保存，保存期限不低于五年。

3. 未经指导教师同意，学生不得将毕业论文成果寄出校外发表。研究成果及相关发明属于职务发明，其知识产权属于学校，学生不得私自转让。

4. 毕业论文工作结束后，指导教师负责将论文材料送交学院以便归类、整理、存档。材料包括选题清单、论文原件、开题报告、检查情况记录、最终成绩单等文档资料。

十一、 其他

1. 系里不定期检查毕业论文（设计）的有关工作，并在毕业论文（设计）工作结束后写出书面总结。

2. 毕业论文（设计）经费，按学校有关文件执行，主要用于学生的资料复印、上机、调研、实验等；系里暂行规定：每个选题 500 元。

3. 本科毕业论文的其他方面，仍应严格按照《复旦大学关于本科毕业论文（设计）工作若干规定》要求执行。

4. 本管理办法的解释权属核科学与技术系。

附件 4.

复旦大学核科学与技术系本科毕业论文（设计）书写规范

（2012 年 5 月试行，2019 年 3 月修订）

1 基本设置

页面设置（所有页面均以此标准）：页边距上、下各 3.8cm，左、右各 3.2cm，装订线 0cm。

页面大小 A4 纸，左侧装订。

2 封面页

无论硬封还是软封，都由学校教务处统一印制。横线空白处，用计算机输入，中文字体字号与模板原有文字一致，英文及阿拉伯数字请格式化为 Arial Black。

3 中文摘要页

3.1 题目

目前只需要中文，不要求英文。宋体，小三，居中，字数不超过 25 个。

3.2 摘要

两字黑体，加粗，小三，居中，摘要两字之间空 4 个字符（space 键 4 下，2 个汉字的距离），前空 1 行，后空 1 行。

3.3 摘要内容

宋体+Times New Roman，小四，22 磅行距，段首缩后 4 个字符，段间 0.5 行。

3.4 关键词

此 3 字黑体加粗，四号，顶格；其后跟冒号“：”，列出 3~5 个关键词，宋体+Times New Roman，小四，两词之间用逗号“，”（全角）隔开。

4 Abstract Page（英文摘要页另起一页）

4.1 ABSTARCT

字体 Arial，全部字母大写，小三，加粗，居中。前空 1 行，后空 1 行。

4.2 英文摘要内容

字体 Times New Roman, 小四。行距 22 磅, 段首缩后 4 个字符, 段间 0.5 行。

4.3 Keywords

此单词 Times New Roman, 四号, 加粗, 顶格; 其后跟冒号, 列 3~5 个关键词, 字体 Times New Roman, 小四, 首字母大写, 两词之间用逗号(半角)+空格“,” 隔开。

5 目录页

5.1 目录(题目)

此二字, 黑体, 小三, 居中, 段前 1 行, 段后 0.5 行, 两字间空 4 个字符(space 键 4 下, 2 个汉字的距离), 下空 1 行。

5.2 目录编号

一般分 3 级标题

一级标题为第一章绪论(或引言)、第二章……第 N 章总结和展望(用“总结”而非“结论”)、参考文献、附录、致谢等。所有一级标题格式为黑体+Arial、四号。

二级和三级标题为 1.1、1.2.3 等, 字体宋体+Times New Roman、小四(以后正文中出现的阿拉伯数字和英文都是 Times New Roman)

目录应该在编好页码的情况下, 用 word 自动生成, 下一级目录自动缩进。页码编号要求: 从正文第一章绪论(或引言)页开始为第 1 页。页码插在页面底部居中, Times New Roman, 五号字体。第一章之前的摘要页与目录页用罗马数字 I、II、III、IV 编号, 大写, Times New Roman, 五号字体。

标题文字后用一长串点号, 页码数字右侧对齐。

6 正文页

6.1 标题

6.1.1 一级标题即章标题, 黑体+Arial, 小三, 居中, 行距 22 磅, 段前 1 行, 段后 0.5 行;

6.1.2 二级标题, 黑体+Arial, 四号, 顶格, 行距 22 磅, 段前 1 行, 段后 0.5 行;

6.1.3 三级标题, 黑体+Arial, 13pt, 顶格, 行距 22 磅, 段前 0.5 行, 段后 0.5 行;

6.1.4 四级标题(不推荐), 黑体+Arial, 小四, 顶格, 行距 22 磅, 段前 0 行, 段后 0 行。

6.2 正文内容

6.2.1 文字

宋体+Times New Roman, 小四; 行距 22 磅; 段首后缩 4 个字符; 每章第一段段前若无二级标题, 则段前空 1 行。其余段前不空行。

6.2.2 图和表

图片的大小应适中, 确保图中最小的字符应清晰可辨认, 整个图表均应居中, 采用嵌入式排版。表格推荐使用三线表(可参考后面的示例)。

图表必须编号, 如第二章第十三个图(或表), 则用“图 2.13 XXX”(或“表 2.13 XXX”)作为图题或表头(图题放在图片正下方, 表头放在表格正上方), 文字用宋体+Times New Roman, 5 号加粗, 单倍行距。图(含图题)和表(含表头)的上下方跟正文之间空 1 行。

“图 2.13 XXX”(或“表 2.13 XXX”)中, 图 2.13 几个字符之间不空格, 但与 XXX 之间空 2 个字符(英文)。

6.2.3 公式

公式采用 Word 公式编辑器或 Mathtype 输入, 非文字行内公式须有编号, 如第三章第五个公式, 即为“(3.5)”(注意是西文括号), 文中引用为“式(3.5)”, 非文字行内公式应单独一行居中, 但其编号右侧对齐。公式中的变量用斜体, 常量用正体。公式文字, 小四, 单倍行距。公式后(在文意上)紧随的一句文字需顶格。

6.2.4 物理类字母

- (1) 物理量用斜体, 例如 能量 E , 质量 m , 温度 T .
- (2) 矢量用黑体, 例如动量 \mathbf{p} . 角动量 \mathbf{L}
- (3) 一般单位(无论是国际单位或导出单位)用正体,
例如 兆电子伏 MeV, 米 m.
- (4) 物理学常数用斜体, 例如光速 c , 普朗克常数 h , 电子质量 m_e .
当以它们作单位用, 则仍用斜体。
- (5) 元素和粒子用正体, 例如 氢氘 H,D, 铁 Fe, 质子 p,
Gamma 光子 γ , X 光。
- (6) 光谱项、组态、用正体
- (7) 轨道用斜体

6.2.5 引用文献

正文中如需引用第 35 条文献，则在句后标点前插入 “[35]”，方括号为英文输入方式下的方括号，位置为右上角标。文中若需表述根据第 35 条文献获得的信息，则应写为“根据文献[35]”，与正文文字平齐。

6.3 页眉和页脚

正文部分必须设置页眉和页脚，页眉顶端距离 2.8cm，页脚底端距离 2.6cm。页眉文字为本章标题，宋体+Times New Roman，5 号，单倍行距，居中；页脚为页码，Times New Roman，5 号，单倍行距，居中。

7 参考文献页

“参考文献”四字居中，黑体，小三号。

参考文献的编写最重要的原则是风格必须统一。英文文献，姓在前，名在后。作者名或期刊名，若缩写，则统一缩写，且首字母大写，如 Phys. Rev. Lett.。

具体要求：

1. 编号，正文中按出现次序编号，参考文献部分与之对应。
2. 期刊列明：作者. 题名. 刊名, 年, 卷(期): 起止页码。
3. 参考书列明：作者. 书名. 版本. 出版地: 出版社, 出版年份。
4. 中文字体：宋体，小四，标准字符间距，22 磅行距。
5. 英文字体：Times New Roman，小四，22 磅行距。
6. 多个作者之间用逗号“,” 分开；不超过 3 人的姓名都列出，超过 3 人的，最后一个名字后加“等.” 或“， et al.”。
7. 参考文献的序号左顶格，并用数字加方括号（英文输入方式下的方括号）表示，如[1]，[2]，…，顺序与正文中的出现的顺序一致。
8. 标点符号（英文期刊，半角状态输入标点；中文，全角状态下输入）。

示例：

- [1] Fenech R, Hillary J, Strause W, et al. A 4π recoil-ion electron momentum molecular and nuclear reactions. Nucl. Instr. Meth. B, 1996, 108:405-425
(不止 3 个作者)
- [2] Feymann RD, Trump DJ, Schmitt W. A 4π recoil-ion electron momentum molecular and nuclear reactions. Phys. Rev. Lett., 2018, 108: 405-425 (仅三个作者)
- [3] 刘树铮. 医学放射生物学. 第 2 版. 北京: 原子能出版社, 2010

其他中文非期刊文献格式

- [1] 专著(或译著): 原作者. 书名[M], 译者, 出版地: 出版者, 出版年。
- [2] 论文集: 作者. 文章标题[A], 编者, 文集[C], 出版地: 出版者, 出版年。
- [3] 学位论文: 作者. 文题[D], 所在城市: 保存单位, 年。
- [4] 专利文献: 申请者. 专利名[P], 国名及专利号, 发布日期。
- [5] 技术标准: 技术标准代号, 技术标准名称[S]。
- [6] 技术报告: 作者. 文题[R], 报告代码及编号, 地名: 责任单位, 年份。
- [7] 报纸文章: 作者. 文题[N], 报纸名, 出版日期 (版次)。
- [8] 在线文献(电子公告): 作者. 文题[EB/OL], [引用日期], <http://...>
- [9] 光盘文献(数据库): 作者. 文题[DB/CD], 出版地: 出版者, 出版日期。
- [10] 其他文献: 作者. 文题[Z], 出版地: 出版者, 出版日期。
- [11] 可有脚注或尾注。

脚注: 用五号字, 单倍行距, 顶格; 序号用“”格式, 序号后空一个字符; 中文使用全角标点符号, 英文使用半角标点符号。

尾注: 文中序号用“[1]”格式。具体详细的标注方法同参考文献, 但是著作须标出具体的页码。

8 附录页

附录二字, 黑体, 小三, 居中。间距 4 个字符、前空 1 行, 后空 0.5 行。

附录 1、附录 2.....附录 n, 黑体, 小四, 均另起行, 后缩 2 字符。段前段后各空 0.5 行。

9 致谢页

此两字黑体, 小三, 居中, 间距 4 个字符、前空 1 行, 后空 0.5 行。

致谢内容, 宋体+ Times New Roman, 小四, 段首后缩 4 个字符, 22 磅行距, 段前段后各空 0.5 行。

10 其他

1. 换页: 中文摘要、英文摘要、目录、各章、参考文献、附录、致谢等起始都应换页。

2. 分页符: 换页请用分页符

附件 5.

复旦大学核科学与技术系本科生毕业论文（设计）相似度检测工作实施细则

（2016 年 5 月试行，2018 年 5 月修订）

一、检测对象

除涉密论文外，我系本科生毕业论文（设计）均须参加检测。

二、检测时间

检测工作于各小组毕业论文（设计）评审前完成，具体时间另行通知。

三、毕业论文（设计）的提交

待检测的本科生毕业论文（设计）应经导师同意后提交，一旦提交，原则上不允许再作更换。

四、检测系统的使用

1. 统一采用“PMLC 大学生论文管理系统”（也称“中国知网大学生论文抄袭检测系统”）对毕业论文（设计）进行相似度检测。
2. 指定专人负责使用检测系统，论文检测的结果将及时反馈学生本人及其导师。
3. 当期为每篇学位论文提供不超过两次检测机会。

五、检测结果的认定与处理

本科生毕业论文（设计）相似度检测结果按学校规定的最低标准进行认定并处理： $\leq 15\%$ 方可参加论文答辩。

对于相似度检测结果高于 15%的论文，经核科学与技术系本科生毕业论文（设计）相似度检测专家小组鉴定为不存在明显抄袭行为的，可以对修改后的论文给予再次检测，但二次检测工作仍须在规定时间内完成；对于相似度检测结果偏高的，并经核科学与技术系本科生毕业论文（设计）相似度检测专家小组鉴定为存在明显抄袭行为的，属涉嫌学术不端行为的，按学校关于学术不端行为的处理规则处理。

每学期通过相似度检测的名单经核科学与技术系本科生毕业论文（设计）相似度检测专家小组确认后方能进行论文答辩。

每学期本科生毕业论文（设计）相似度检测工作完成后，对本科生毕业论文（设计）的检测情况作总结分析，并对实施细则作适当调整，调整后的细则应教务处备案。

附件 6.

复旦大学核科学与技术系本科生专业实践管理办法

(2010 年 4 月试行, 2018 年 4 月修订)

一、 专业实践主体

复旦大学核科学与技术系全体本科生。

二、 专业实践目的

根据核工程与核技术专业特点, 专业实践是教学工作的重要环节, 是保障教学质量、提高学生专业素养与实践能力的重要渠道。学生通过到相关科研院所、重点企业进行多种形式的实地调查, 包括对研究人员进行交谈访问、聆听研究所人员的报告讲座、参观博物馆和纪念馆、参观实验室和生产厂房, 对中国现代核工业发展和核技术应用产生认识, 对中国核国防事业和现状有一个大体的了解, 从而促进学生课堂学习与本专业的科研和技术应用实际相结合。

三、 专业实践方式

根据核科学与技术系核工程与核技术专业本科生培养计划规定, 所有本科生必修《专业实践》(选课序号 TCPH130030), 原则上核工程与核技术专业本科生应参加由系里统一组织的专业实践。专业实践安排在前七学期累计进行, 时间累计不少于两周。

特殊情况: 考虑到部分同学从自身发展出发有意愿参加相关的实习生招聘、暑期夏令营或出国交流等, 可能与系里统一安排的专业实践在时间上存在部分冲突, 允许学生根据《本科生必修课《专业实践》课程补充规定(试行)》(见附件 4)的要求, 提交相关申请和材料(见附件 5)、自行安排实践以满足《专业实践》课程要求, 或顺延参加下一年级的专业实践安排, 可能因此产生延毕等情况由学生自行负责。

其他(在《专业实践》课程要求之外): 核科学与技术系鼓励学生出于学习和发展考虑, 积极参加各类专业相关实践, 并根据实践单位要求为实践学生出具实践说明函(见附件 6); 学生到上海市外实践应自行购买旅行等相关保险, 并向系里提交自主安排专业实践申请表以备案(见附件 5); 对经济较困难的学生, 系里可综合考虑实践情况和学生需求, 为学生报销一定额度基本旅行保险、单程火车票硬座或高铁二等座(需发票)等。

四、 专业实践内容及进度安排

(四) 专业实践单位

专业实践要求学生的实践单位尽量与自己所学专业相关，结合自身专业深入科研院所、重点企业进行实践，主要包括：中国工程物理研究院相关研究所、中科院相关研究所、中核集团相关单位、核技术应用相关重点企事业单位等。

(五) 专业实践联系

专业实践由核科学与技术系统一联系。核科学与技术系统一联系单位包括：中国科学院上海应用物理研究所、中国科学院钍基熔盐核能系统研究中心、中国工程物理研究院核物理与化学研究所、中国工程物理研究院流体物理研究所、中国工程物理研究院材料研究所、中国工程物理研究院激光聚变研究中心、核工业西南物理研究院聚变科学所、中国核动力研究设计院第一研究所、顶峰多尺度科学研究所、秦山核电站、上海联影医疗科技有限公司等。

(六) 专业实践进度安排

1. 大一下学期访问参观中国科学院上海应用物理研究所上海光源；时间：0.5 天。
2. 大三下学期访问参观秦山核电站、上海联影医疗科技有限公司等企业；时间：2.5 天。
3. 大三暑假访问参观中国工程物理研究院核物理与化学研究所、中国工程物理研究院流体物理研究所、中国工程物理研究院材料研究所、中国工程物理研究院激光聚变研究中心、核工业西南物理研究院聚变科学所、中国核动力研究设计院第一研究所、顶峰多尺度科学研究所等，时间：10 天。
4. 大四上学期访问参观中国科学院钍基熔盐核能系统研究中心等，时间 1 天。

五、 专业实践组织与管理

专业实践的组织与管理由复旦大学核科学与技术系教学指导委员会指导、专业实践工作小组具体实施。专业实践工作小组由核科学与技术系分管教学副系主任、分管学生工作副书记、《专业实践》课程指导老师、辅导员、教务员等组成，具体实施过程中另成立专业实践临时学生工作小组。

六、 专业实践选课与考核

第七学期安排《专业实践》课程选课事宜。选课学生需完成前七学期的专业实践内容，并在第七学期开学第一月内提交《专业实践》报告（格式见附件 1、撰写说明见附件 2、报告正文格式要求见附件 3），《专业实践》课程指导老师根据学生的实践表现和实践报告等情况给出课程成绩。

七、 纪律管理

学生应严格遵守纪律以及实践单位的规章制度。在实践期间统一订票、统一住宿、统一买旅行保险、统一行动，一般不得请假，如有特殊情况，应向指导教师请假；无故缺勤部分的实践，需根据《本科生必修课《专业实践》课程补充规定（试行）》的要求，另外自行安排实践以补足、否则不予评定专业实践成绩。

八、 其他

本办法自即日起实施，最终解释权归核科学与技术系。

专业实践报告

院系核科学与技术系

专业核工程与核技术

班级：_____

学号：_____

学生姓名：_____

指导教师：_____

一、专业实践基本信息

序号	实践地点	实践单位名称	实践起止时间	实践目的
实践 1				
实践 2				
实践 3				

二、专业实践报告正文

附件 6.2

核工程与核技术专业《专业实践》报告撰写说明及要求

一、专业实践基本信息部分

- 1、实践 1、实践 2。。：如参加了多个单位多次专业实践，则一一列出来。
- 2、实习地点：如四川绵阳、上海市、北京市等。
- 3、实习单位：如中国工程物理研究院、中科院上海应用物理研究所等。
- 4、实习起止时间：如 2012.7.5--2012.7.13 等。
- 5、实习目的（简述）：如加深专业认识，明确发展方向，了解国家发展等。

二、专业实践报告正文部分（不少于 2500 字，下述所含内容供参考）

1、引言

总体介绍专业实践目的及专业实践的简况。

2、背景介绍

1) 核工程与核技术

简要介绍核工程与核技术的应用、发展等

2) 实践单位介绍

介绍实践单位基本情况，专业背景等。

3、专业实践安排

简单介绍整个专业实践过程的总体安排。

4、专业实践内容及过程

这是重点，篇幅不少于 1500 字。要求内容详实、层次清楚，并能将所见所闻与专业知识相联系、认识在校学习和实际工作的联系和差别；切忌日记或记帐式简单罗列。

5、专业实践总结及体会

这是精华，篇幅不少于 500 字。要求条理清楚、逻辑性强；着重写出对实习内容的总结、体会和感受，特别是自己所学的专业理论与实践的差距和今后应努力的方向。

6、后记

如参观博物馆的感受等

7. 报告格式参考《本科毕业论文写作规范》

附件 6.3

本科生《专业实践》课程补充规定（试行）

（2015 年 9 月修订）

《专业实践》是复旦大学核工程与核技术专业培养计划的重要环节，学生应积极参加核科学与技术系在课余和暑期组织的专业实践活动。由于一些用人单位的实习生招聘和科研院所暑期班（夏令营）也在暑期开展，考虑到部分同学从自身发展出发有意愿参加相关的实习生招聘或暑期夏令营，为实现《专业实践》课程教学目的，经系教学指导委员会讨论后建议对《专业实践》课程作如下补充规定：

1、原则上核工程与核技术专业本科生应参加由系里组织的专业实践。

2、参加上海市外的专业实践，系里为参加统一安排实践的学生购买实践期间的旅行保险，自主安排实践的学生须自行购买旅行保险。

3、在实践期间，学生须服从实践单位相关实践安排，遵守实践单位相关规章制度；不得从事与实践计划无关的事项（如旅游等）。

4、学生若选择全部或部分自行安排专业实践，须由学生自行提出书面申请及相关材料、并经家长同意后，提交系里审核，审核通过后方可作为《专业实践》课程内容。学生需提交如下申请材料：

①学生自主安排专业实践申请表；②实践单位的接收函或邀请函等；③实践计划。

5、自行安排的专业实践要求做到以下几点：

- 1) 必须专业相关，有利于提高专业实践能力、促进学生就业或升学等，符合我系人才培养目标和要求。
- 2) 学生选择全部或部分自行安排专业实践的，总的实践时间不得少于两周。
- 3) 学生在参加自行安排的相关专业实践期间，自行承担安全责任。
- 4) 实践结束后需由实践单位开具的实践评价或证明等，应有指导老师签名并加盖单位公章。
- 5) 专业实践结束后完成专业实践报告，系审核通过后获得《专业实践》课程学分。

6、试行期间由核科学与技术系解释，并可根据试行情况修改或终止本《补充规定》。

附件 6.4

核科学与技术系

学生自主安排专业实践申请表

姓名		学号		电话	
家长姓名		联系方式			
实践单位	名称				
	地点				
	联系人或指导教师		联系电话		
	项目名称				
	实习时间				
申请理由及实践内容	<p style="text-align: right;">申请人（签名）： 日期：</p>				
安全承诺	<p>我承诺：</p> <p>1. 在实践期间，服从实践单位相关实践安排，遵守实践单位相关规章制度，不从事与实践计划无关的事项（如旅游等）。</p> <p>2. 自愿承担外出实践期间的安全责任，已购买相关旅行保险等，已告知家长并征得家长同意！</p> <p style="text-align: right;">承诺人（签名）： 日期：</p>				
院系意见	<p>1、 是否同意学生参加本申请的实践。（ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否）</p> <p>2、 是否同意本申请的实践在提交专业实践报告并审核通过后纳入学生专业实践课程内容。（ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否）</p> <p style="text-align: right;">教学系主任（签章）： 院系盖章： 日期：</p>				

关于同学的实践说明

_____，学号_____，复旦大学核科学与技术系_____级_____（本科生/研究生）。
根据学生本人意愿，拟前往贵单位实践。请予接洽。

在实践期间，学生须服从实践单位相关实践安排，遵守实践单位相关规章制度，不得从事与实践计划无关的事项（如旅游等）。

复旦大学核科学与技术系

201__年__月

附件 7.

2017 年核科学与技术系本科生转专业考核方案（2017 年 3 月修订）

为使学生有更多的自主选择和发展机会，根据《复旦大学本科生转专业实施细则》等条例，核科学与技术系本着公平、公开、公正的原则，针对有意转入核科学与技术系核工程与核技术专业的本科生，特制定如下审核规则：

一、申请条件：

1. 符合《复旦大学本科生转专业实施细则》要求的学生；
2. 高等数学（或数学分析）已修满8学分（含本学期已选课程）的学生；
3. 身体条件符合核工程与核技术专业招生要求（主要是指无色盲）的学生；
4. 同意参加由核科学与技术系统一组织的综合素质考核（面试）和实施的
教学计划指导。

二、考核方式：

1. 成立核科学与技术系转专业工作领导小组和考核小组，负责对申请转入本系的学生以面试（口试）方式进行综合素质考核，以了解学生对本学科的志趣以及大学一年级所学文理基础课程等的掌握程度，并给出考核结果。

2. 面试成绩占50%，已修课程学习成绩占50%，二者合成为考核成绩。

三、录取依据：

1. 根据考核成绩择优录取；
2. 对核技术及其应用等有浓厚兴趣，在中学期间数学、物理等成绩优秀者优先录取；
3. 由系考核小组根据考核结果初定录取名单后上报校教务处审核录取。

四、咨询接待时间安排：

根据学校通知规定的时间接受学生咨询。

五、转专业工作小组成员：

刘召伟、沈皓、傅云清、陆广成（纪检委员）、封娅娅

咨询电话：65642787 封娅娅

附件 8.

复旦大学核科学与技术系本科生奖学金评定规则（试行）

（2017 年 6 月修订）

复旦大学核科学与技术系本科生奖学金评审委员会（以下简称“评审委员会”）根据《复旦大学本科奖学金评定条例》及《复旦大学本科生奖学金评定实施意见》，结合本系实际情况，特制订本规则。具体如下：

一、评定对象

复旦大学核科学与技术系所有在籍在册的本科二年级以上（含二年级）学生（不包括留学生和高水平运动员）。

二、评定条件

在本学年中有下列情况之一者，不得参加该学年奖学金的评定：

- （1）德育综合考评不及格；
- （2）在年度课程考核中出现不及格（补考及格可以参评）；
- （3）因违反校纪校规受学校处分；
- （4）未通过当年度大学生身体素质测试（因病或身体残疾等特殊原因除外）；
- （5）受到学生生活园区管理委员会两次书面警示及以上违规处理。

三、奖学金类型及评定时间

本奖学金为优秀学生奖学金，每学年评定一次。评定工作在该学年结束后开展。其他校外奖学金的评定根据学校及核科学与技术系的具体要求，由班级辅导员在本评定结果的基础上进行分配或审核推荐。

四、评定原则

奖学金评定遵循公平、公开、公正的原则；奖学金评定实行公示制度，奖学金评定结果将张榜公示；学生对评定工作有知情权，有权提出异议。

五、评定等级和比例

奖学金等级分为三等，每年秋季由校学生工作部下发各院系优秀学生奖学金和校外奖学金评定人数，由系评审委员会分配优秀学生奖学金和校外奖学金名额给各班级。原则上，总分排在班级参评名册的前40%的同学为最终获奖同学。

六、评定标准

本评定标准以学校要求为基础，结合本系实际制定；采取百分制评分。具体如下：

（一）学习成绩（总分：大二80分，大三、大四70分；下述以70分为例）：

1、学分要求和处理办法：为保证奖学金评定的公平和公正，学习成绩得分应全面反映学生的学习情况，评奖学年的学分要求以该学年本专业指导性修读计划的学分数（以下简称“标准学分数”）为参考（不限课程名称）；允许学生根据自己实际学习情况等合理安排修读计划、微调修读计划，同时为保障规定学年内顺利完成学业，学分浮动限制在5学分之内；标准学分数减去评奖学年度实际所修读学分（以下简称“完成学分数”）大于5学分部分（以下简称“缺少学分数”）按F绩点计入学习成绩得分。下述情况学分不计入缺少学分数：所缺学分为本专业修读计划课程类型的学分、且所缺课程在评奖学年之前提前完成（以下简称“提前修读学分”）。

2、平均绩点G计算方法：
$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i * P_i)}{\sum_{i=1}^n C_i}$$
（i为所修读课程）

3、学习成绩得分S计算方法：（1）如果 $B+D \geq A-5$ ， $S = (G/4) * 70$ ；（2）如果 $B+D < A-5$ ， $S = ((G*B) / (4*(A-D-5))) * 70$ ；

（字母含义备注：A为标准学分数，B为完成学分数，C为课程学分，D为提前修读学分，P为课程绩点，G为平均绩点，S为学习成绩得分。）

（二）综合素质（总分：大二20分，大三、大四30分；下述以30分为例）

包括思想道德素养、身体素质能力及科研实践能力等。具体包含以下内容：

1、道德修养及日常行为规范

（1）寝室文明

包括寝室卫生、寝室文化、文明寝室评比、遵守园区管理规定等；

（2）思想政治修养

包括思想积极进步，参加党建活动，参加各类思政培训班（如青年复旦学校等）等。

（3）辅导员综合评价

2、获奖及荣誉

在包括诸如运动会、校园十大歌手等各级、各类正式比赛中得奖以及各级、各类荣誉获奖，给予加分。

3、工作能力

在校团委、校学生会、校相关部门、系团学联、班委等担任职务的学生干部、各类社团组织负责人、党支部支委、书院学生助理以及担任其它为同学服务的职务等可获得加分；以勤勉踏实、认真负责、服务同学为基本标准加分，其中带薪职务酌情加分，评审委员会有权对其认为不达基本标准的学生干部减少加分或不加分。

4、各类活动参与

（1）班级活动

包括班会签到、积极参加班级组织的各项活动、班刊投稿、丰富班级文化、热心班级事务等。

（2）校内外各项活动

参加一二·九歌会（参加比赛和全程服务的同学加分一般为2分）、各级各类比赛、系内各类比赛等校外及校、系组织的各项活动等；积极撰写新闻稿或微文等在校、系公共平台发布等。

（3）社会活动

参加校团委、校学生会、系团学联、社团等组织的日常化、寒暑假、节假日实践活动以及各类志愿者活动等。

5、科技创新与科研实践能力（10分）

根据学生在本学年中的学术研究、专业学习或实践、课外科技活动、实验技能、参加系指定学术报告情况等方面的表现测评打分。

6、上课出勤表现

本项实行扣分制。

辅导员有权对专业课出席情况进行点名，第一次不到，扣1分；第二次不到，扣2分。累计扣分一般不超过5分，但若有情况恶劣者，经评审委员会商议，可直接取消其该年度奖学金参评资格。

对于情况较为严重的上课不佳表现，例如迟到、早退、上课打电话吃零食等，参照上述旷课行为进行扣分。

7、大学生体质健康测试评价情况

为鼓励学生积极锻炼身体，保持健康体质，特设此项。学生应按要求参加复旦大学大学生体质健康测试。以评奖学金年测试成绩为参照：

(1) 对于未经批准不参加测试或测试不合格等情况，应予以扣分；

(2) 对于测试取得优秀评价的，应予以加分鼓励。

8、其他特出表现

考虑到以上评定标准疏漏在所难免，特增设该可选部分，申报人可以申请该年度中的特出表现加分项目，如无偿献血等。

本部分各项总得分不超出30分。

(三) 特殊情况

获得特别荣誉和获奖、有特出学术表现或道德表现、重大先进事迹或创举等特殊情况加分，如见义勇为、志愿参军入伍、发表高水平学术论文等。该部分加分需经班级评定小组给出初步方案、辅导员审核给出初步意见后，报系评审委员会专题讨论决定最终结果。

(四) 二年级奖学金评定方案

综合素质总分为20分、学习成绩总分为80分。

七、评定程序

1、班级奖学金评定方案的制定和公示：在辅导员老师指导下班级成立班级奖学金评定小组，在《复旦大学本科奖学金评定条例》、《复旦大学本科生奖学金评定实施意见》及本规则的基础上，负责班级奖学金评定方案制定和修改，辅导员老师负责指导和审核评定方案的制定、并将班级评定小组名单和班级评定方案在班级公示3个工作日。无异议后提交评审委员会审核通过。

2、奖学金评定和公示：在辅导员老师指导下由班级奖学金评定小组实施班级奖学金评定方案；分数按降序排列；若出现同分而名额不足的情况，则权衡德、

智、体等各方面因素做出取舍，并向落选者给出合理解释；辅导员老师和全体同学可以全程监督。初评之后辅导员老师对评定结果进行审核通过后在班级公示3个工作日。辅导员及班级评定小组有义务解释、解决同学提出的问题。

3、系审核及公示：辅导员老师将班级公示通过后的班级评定结果提交系评审小组，由系评审小组审核并提交系评审委员会审议，系评审委员会审议通过后，将评选结果张榜公示，公示时间5个工作日。

4、异议解决：在系公示期间对结果有异议的同学可向评审委员会提出，由评审委员会合议解决。

5、最终确定并上报：最终结果由辅导员老师审核后，经评审委员会审议批准并上报。

八、说明

1、各年级奖学金名额分配：按学校相关规定，根据我系实际情况，经系奖学金评定小组讨论后给出初步结果，提交系奖学金评审委员会审核通过。

2、如需修改班级评定方案，修改后的班级评定方案修改需经辅导员审核通过并报系评审委员会审议批准后执行。

3、若综合素质分差距过大，经评审委员会多数通过，可通过科学计算公式适当缩小分差。

4、“应用物理优秀奖”、“应用物理奖学金”评选按《“应用物理”奖学金管理条例》》进行，可以和其他奖兼得，通过转专业转出同学不参评、转入同学可以参评。

5、如对本规则有异议，可向评审委员会反馈；如异议确有价值，评审委员会合议解决。

6、本规则适用于本系各班各学年奖学金评定，其修改权及解释权属于系奖学金评审委员会。

附件 9.

“应用物理”奖学金管理条例

为提升我国核科学与技术专业人才的培养质量,充分发挥科研院所和高校在人才培养工作中的重要作用,促进双方的科研和教学工作,经友好协商,中国科学院上海应用物理研究所和复旦大学核科学与技术系于2011年11月签署了联合培养核科学与技术专业人才协议。在此协议基础上双方在本科生、研究生的教育培养上开展了卓有成效的协作。

为进一步引导和激励广大学生发奋学习,刻苦钻研,促使更多的优秀学生投身核科学与技术领域高水平科学研究和创新研究,促进拔尖青年人才的成长,提高学生培养质量,经双方协商同意,上海应用物理所在复旦大学核科学与技术系设立“应用物理奖学金”,奖励核科学与技术领域学业成绩优异、科研创新潜力较大的优秀本科生。

奖学金评选人数与经费:设立“应用物理优秀奖”,奖励成绩名列前茅、品行端正的优秀本科生,每年不超过3名;设立“应用物理奖”,奖励获得复旦大学研究生推免资格且愿意到上海应用物理所读研的优秀本科生,人数不超过6人/每年。两项奖学金可以兼得,各奖项对每生只授予一次,每项获奖学生奖励5000元,奖学金经费由上海应用物理所提供。

评选原则与条件:坚持以促进具有潜力的创新人才成长为宗旨,资助学业成绩优异、具有科研潜力的优秀本科生。奖学金在每年新学年开始时评选,申请人应为复旦大学核科学与技术系全日制二年级及以上的在学本科生,有志于核科学与技术领域的学习与研究,学习成绩优异,品行端正。

评选办法:申请人提交奖学金申请人简况表(见附件),学位课程学习成绩证明或推免资格证明,由中国科学院上海应用物理研究所和复旦大学核科学与技术系相关负责人组成评选专家组,对申请进行审核、评议。奖学金在公示(5个工作日)无异议后发放。

中国科学院上海应用物理研究所

复旦大学核科学与技术系

二〇一四年四月八日

二〇一四年四月八日

附件 9.1

“应用物理优秀奖学金” 申请人简况表

申请姓名		性别		出生年月		民族	
入学年月		入学专业			成绩排名		
个人学习、科研实践及社会活动简介	<p style="text-align: center;">申请人签字： 年月日</p>						
辅导员 推荐意见	<p style="text-align: center;">辅导员签字： 年月日</p>						
核科学与技术系 推荐意见	<p style="text-align: center;">负责人签字： 年月日</p>						

<p>评奖专家组 意见</p>	<p>组长（主席）签字： 年月日</p>
<p>研究所 审核意见</p>	<p>负责人签字： 年月日</p>

附件 9.2

“应用物理奖学金” 申请人简况表

申请姓名		性别		出生年月		民族	
入学年月		所学专业			是否愿意到 应物所读研		
个人学习、科 研实践及社会 活动简介	<p style="text-align: center;">申请人签字： 年月日</p>						
辅导员推荐意 见	<p style="text-align: center;">辅导员签字： 年月日</p>						
核科学与技术 系推免资格审 核及推荐意见	<p style="text-align: center;">负责人签字： 年月日</p>						

评奖专家组 意见	组长（主席）签字： 年月日
研究所 审核意见	负责人签字： 年月日

