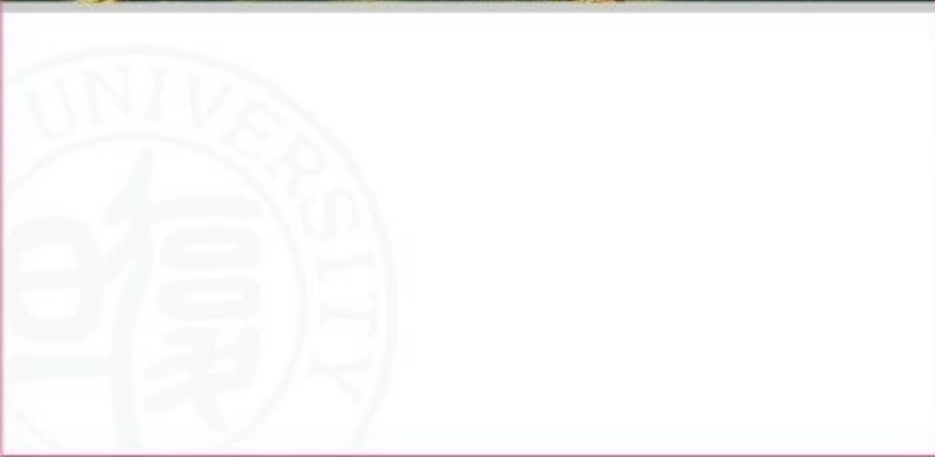




復旦大學 物理學系
FUDAN UNIVERSITY

本科生学习手册

2024版



復旦大學物理學系

目 录

第 1 章 前言.....	1
§ 1.1 物理学系简介	
§ 1.2 本手册内容及编写目的	
§ 1.3 本手册的说明事项	
第 2 章 物理学系本科生培养目标和培养模式.....	3
§ 2.1 本科生培养目标	
§ 2.2 本科生“2+X”培养体系	
§ 2.3 “强基计划”培养模式	
§ 2.4 “英才班”培养模式	
§ 2.5 “相辉计划”培养模式	
§ 2.6 大类分流	
§ 2.7 转专业	
第 3 章 物理学专业本科生课程体系.....	11
§ 3.1 本科生“2+X”课程体系	
§ 3.2 本科生“2+X”课程体系选课指导	
3.2.1 专业进阶路径修读建议	
3.2.2 荣誉项目路径修读建议	
3.2.3 跨学科发展路径修读建议	
3.2.4 辅修学士学位路径修读建议	
3.2.5 创新创业路径修读建议	
§ 3.3 本科生导师制	
§ 3.4 实践与能力训练	
3.4.1 实验课程	
3.4.2 科研项目	
3.4.3 毕业论文	
3.4.4 实习	
§ 3.5 国内外交流	
§ 3.6 推荐免试研究生	
§ 3.7 本科生毕业去向	
第 4 章 课程简介：通识教育课程.....	21
4.1 物理与文化	
4.2 天体物理与宇宙论的演化	

4.3 人文的物理学	
4.4 科学的演化	
4.5 量子科学与未来计算	
第 5 章 课程简介：大类基础课程	30
5.1 高等数学 A（上）	
5.2 高等数学 A（下）	
5.3 大学物理 A：力学	
5.4 大学物理 A：热学	
5.5 大学物理 A：电磁学	
5.6 大学物理 B（上）	
5.7 大学物理 B（下）	
5.8 大学物理实验 I	
5.9 普通物理 B	
5.10 普通化学 A(上)	
5.11 普通化学 A(下)	
5.12 普通化学实验 I	
5.13 现代生物科学导论 A	
5.14 现代生物科学实验	
第 6 章 课程简介：专业核心教育课程	55
6.1 线性代数	
6.2 概率论与数理统计	
6.3 大学物理 A：光学	
6.4 大学物理 A：原子物理	
6.5 经典力学	
6.6 大学物理实验 II	
6.7 数学物理方法 A	
6.8 热力学与统计物理 I	
6.9 大学物理实验 III	
6.10 量子力学 I	
6.11 电动力学	
6.12 固体物理	
6.13 近代物理实验 I	
6.14 毕业论文	
第 7 章 课程简介：荣誉课程	78
7.1 大学物理 A：力学(H)	

7.2 大学物理 A: 热学(H)	
7.3 大学物理 A: 电磁学(H)	
7.4 大学物理 A: 光学(H)	
7.5 大学物理 A: 原子物理(H)	
7.6 经典力学(H)	
7.7 数学物理方法 A(H)	
7.8 热力学与统计物理 I(H)	
7.9 量子力学 I(H)	
7.10 电动力学(H)	
7.11 固体物理(H)	
7.12 近代物理实验 I (H)	
第 8 章 课程简介: 专业进阶模块 I 课程	103
8.1 量子力学 II	
8.2 热力学与统计物理 II	
8.3 计算物理基础	
8.4 群论	
8.5 固体理论	
8.6 表面物理	
8.7 半导体物理 A	
8.8 量子场论	
8.9 微分几何初步 (物理学)	
8.10 高等电动力学	
8.11 非线性光学	
8.12 基础物理建模	
8.13 科研实践	
8.14 科学写作	
8.15 物理前沿导论	
8.16 AI 物理	
8.17 机器学习在物理实验中的应用	
第 9 章 课程简介: 专业进阶模块 II 的主要课程	127
§ 9.1 理论物理	127
9.1.1 广义相对论	
9.1.2 规范场理论	
9.1.3 量子计算与量子信息	
9.1.4 共形场论	

9.1.5 量子多体理论	
§ 9.2 粒子、天体物理与宇宙学	135
9.2.1 粒子物理、核物理、宇宙学前沿	
9.2.2 宇宙学导论	
9.2.3 粒子物理	
9.2.4 天体物理学导论	
§ 9.3 凝聚态物理	141
9.3.1 低温和超导物理	
9.3.2 铁磁学	
9.3.3 纳米物理学	
9.3.4 固体电子结构	
9.3.5 实验物理方法和技术	
9.3.6 散射物理	
§ 9.4 计算物理	151
9.4.1 计算物理 A	
9.4.2 电子结构理论与计算	
9.4.3 物理 CAI 课件设计 I	
9.4.4 计算物理模拟实验	
§ 9.5 光物理	157
9.5.1 激光物理	
9.5.2 量子光学	
9.5.3 生物医学光子学	
§ 9.6 复杂体系物理	161
9.6.1 经济物理	
9.6.2 物理生物学	
9.6.3 软凝聚态物理导论	
§ 9.7 医学物理	167
9.7.1 医学物理实验	
9.7.2 医学影像物理基础	
9.7.3 医学物理学	
§ 9.8 实践实验类及其他	172
9.8.1 近代物理实验 II	
9.8.2 设计性研究性物理实验	
9.8.3 物理演示实验拓展	
9.8.4 自学物理实验 A	

附录 1: 2+X 培养方案.....	178
附录 2: 2+X 修读建议.....	182
附录 3: 2+X 修读建议 (留学生适用)	184
附录 4: 物理学系本科“荣誉项目”实施方案.....	186
附录 5: “强基计划”培养方案.....	196
附录 6: “强基计划”修读建议.....	200
附录 7: 物理学系强基班学生管理办法 (试行)	202
附录 8: “英才班”培养方案.....	203
附录 9: “英才班”修读建议.....	206
附录 10: “相辉计划”培养方案.....	208
附录 11: “相辉计划”修读建议.....	214
附录 12: 本科生科研实践资助计划 (“种子计划”) 申请说明.....	216
附录 13: 物理系本科毕业论文管理办法.....	217
附录 14: ‘费勉仪器科技 (上海) 有限公司教学实习基地’ 简介.....	220
附录 15: ‘上海复享光学股份有限公司教学实习基地’ 简介.....	221
附录 16: ‘埃频 (上海) 仪器科技有限公司教学实习基地’ 简介.....	223

第 1 章 前言

§ 1.1 物理学系简介

复旦大学物理学系于 1952 年经全国高校院系调整，由浙大、交大和同济等 8 所大学的部分物理系师生联合创建而成，基础雄厚。六十多年来，复旦物理学系才俊辈出，众多的毕业生成长为相关领域的领军人物，仅中国科学院和中国工程院院士就有 20 多位。随着学科的发展，物理学系催生出多个新的院系，包括核科学与技术系、材料系、计算机系、电子工程系等；与此同时自身也与时俱进、日益壮大。物理学系现为物理学国家一级学科，下设理论物理、凝聚态物理和光学三个二级国家重点学科；建有“应用表面物理国家重点实验室”，“物质计算科学教育部重点实验室”和“微纳光子结构教育部重点实验室”；并负责管理运行校级微纳加工平台。物理学系是国家首批设立博士点和博士后流动站的单位，是“211 工程”重点建设学科。

物理学系现有教职工 100 余人，包括教授、副教授约 90 人，实验技术人员 10 余人。物理系的师资队伍相当强大，其中包括 9 位中科院院士和兼职院士，以及多位国家“千人计划”特聘教授、教育部“长江学者奖励计划”特聘教授、“973 项目”首席科学家和国家杰出青年基金获得者。在这些杰出学者的带领下，物理学系承担了如“973 计划”、“863 计划”等多项国家重大研究项目，取得了多项国际上认可的学术成果，并获得了“国家自然科学基金二等奖”、“国家技术发明二等奖”、“军队科技进步一等奖”等多项国家级和部委级奖项。

物理学系是国家理科基础科学研究与教学人才培养基地，2009 年获教育部拔尖计划资助，2015 年开始实施校级荣誉项目计划。物理学系对本科生的培养目标是：具有扎实的数理基础与实验基础和较强的工作能力与适应能力的高素质创新型人才。物理学系在本科教育中坚持教授（包括院士及知名学者）上基础课和专业主干课的做法；重视教材建设，编写出版了大量物理类教材，包括 16 本“面向二十一世纪教材”，多门课程被评为国家级或上海市的精品课程。

为鼓励学生参与科研实践和创新活动，物理学系开设了“科研实践”、“设计性研究性物理实验”等多种形式、多种层次的实践和实验课程。物理教学实验中心被评为国家级实验教学示范中心建设单位和上海市教育系统文明班组；2015 年成功获批教育部虚拟仿真实验教学中心建设单位；有多本实验教材获国家级奖项。物理学系每年招收本科生约 100 人。除本系的课程外，物理系还承担全校理、工、医科基础课“大学物理”和“普通物理实验”，以及全校的公选课和外系的专业基础课。每年开设课程近 140 门，全年有 8000 余名学生选课。实验中心每年接待学生超过 17 万人时。具体信息参见物理系网址：<http://phys.fudan.edu.cn>。

§ 1.2 本手册内容及编写目的

本手册全面介绍物理学系人才培养理念、教学目标、2+X 课程体系、2+X 选课指导、导师制、荣誉项目、大类分流、转专业、实践与能力训练、国内外交流、推荐免试研究生、本科生毕业去向以及主要课程和课程之间的联系与衔接、专业方向和相应的课程介绍等。手册旨在细化培养方案、全面梳理课程及课程之间的关系，以便物理学系学生全面了解相关课程及课程的体系，合理安排好本科阶段的课程学习。编写目的如下：

1) 根据制定好的 2+X 课程学习路线介绍课程之间的先后顺序，使学生知晓要修读某门课程需要先修读预修课程等。

2) 不同基础和需求的学生，可以选择不同的多元发展路径，实现宽而适当的培养模式。

3) 专业取向明确的学生可以选择专门、精深（难度大、程度深）的课程修读。手册制定出相应课程的学习路线图表，学生可以根据自己感兴趣的专业方向制定相应课程的修读计划。

4) 明确每门课程的基本信息、教学目标、基本要求和基本内容，使得相关课程内容的安排能够有机衔接，避免出现前后课程内容重叠或脱节现象。

§ 1.3 本手册的说明事项

本学习手册是针对 2024 级物理学系学生编写的，学生入校后在每个学期选课时应该仔细阅读本课程学习手册，以便制定合理的后续课程学习计划。

第 2 章 物理学系本科生培养目标和培养模式

§ 2.1 本科生培养目标

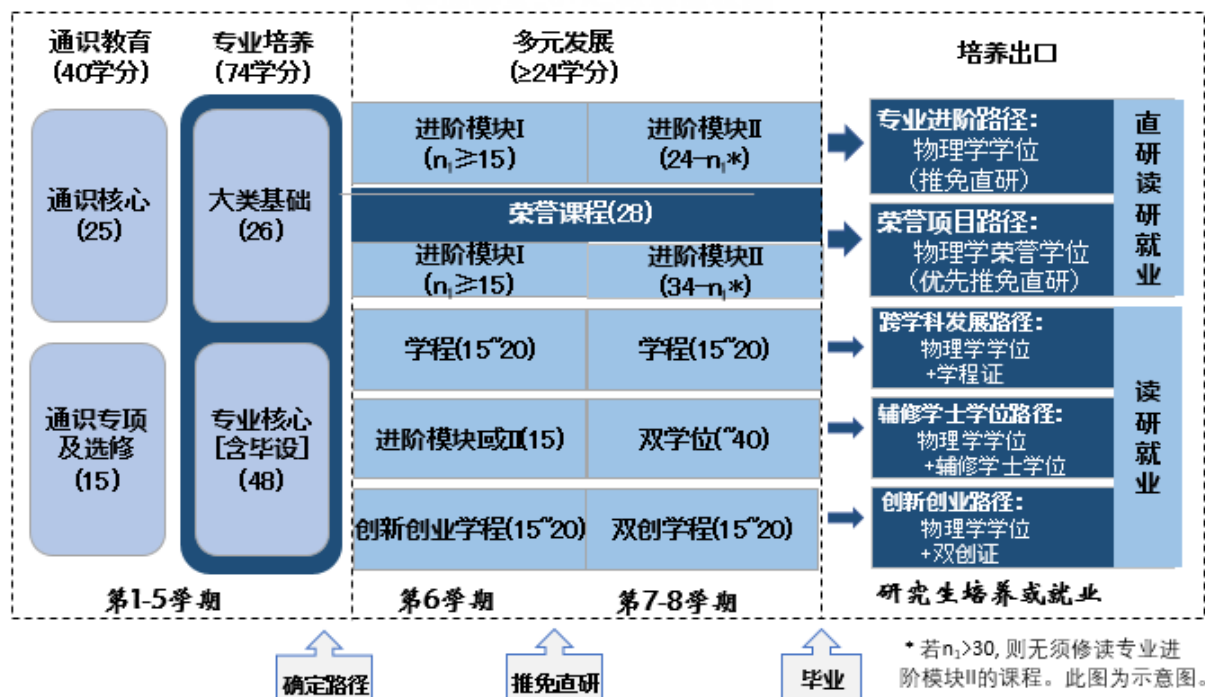
物理学系本科阶段培养德智体美劳全面发展, 具有良好科学素养和创新意识, 能在物理学及相关学科中从事科研、教学、技术应用和管理等工作的高级专业人才。

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, 使学生具有良好的思想道德和科学世界观; 具备必需的数学基础知识; 系统扎实地掌握物理学的基本理论和基本实验方法; 具有宽广的知识面, 了解物理学的前沿和发展动态, 了解相关学科的一般知识; 具有较高的科学人文素养; 得到初步的科研训练, 掌握基本的科研方法; 能够熟练利用外语和现代科学技术手段获取专业资料等。

§ 2.2 本科生“2+X”培养体系

物理学系“2+X”本科培养体系是根据学校“大类招生、通识教育、专业培养、多元发展”原则构筑的厚基础、高质量的多元育人体系而建立。“2”是指从通识教育和物理专业培养两方面入手, 夯实个人发展基础; “X”是指基于学生个性化成长需求, 在学分制下提供物理专业进阶(含荣誉项目)、跨学科发展、辅修学士学位、创新创业等多种路径, 更好地为学生创造专兼结合、互相贯通的多元发展空间, 其结构见物理学系 2+X 培养体系框架图(图 2.1)。

物理学系“2+X”培养路径图



2+X路径选择 时间约在第4学期 期中左右, 第12-13周;
 强基学生如果想进行2+X路径选择, 在第二学期结束需要提出来退出;
 强基班、(相辉计划) 专业培养 (75学分)、英才班专业培养 (79学分)。

图 2.1 物理学系 2+X 培养体系框架图

本科生阶段旨在打好宽厚扎实的物理基础。在此基础上，部分学生将继续在物理领域深造；部分学生将以其宽厚的物理基础和良好的理科素养为优势，转向其他领域学习和工作。物理学系重视基础，采用分段式的培养模式。如图 2.2 所示，对一年级的学生着重通识教育及自然科学基础知识的培养。通识教育是复旦大学在本科生培养方面的一大特色，包括思政模块、培养人文情怀和科学精神的七大模块核心课程、英语以及计算机等课程。自然科学基础知识的学习包括数学、物理、化学、生物等基础课程。二年级学生除了继续学习通识教育课程之外，将进入专业基础课程及专业课程的学习。从二年级下学期开始，学生可以申请在导师指导下实施科研训练项目；项目包括校级项目及系级项目，一般都有相应的经费支持。大二下或大三上开始，学生还可以申请国内外的交流项目（交流项目的来源也分校级和系级两层），以帮助学生增长知识，开阔视野。二年级下学期结束前学生根据自己的学习基础、兴趣志向明确 2+X 培养体系中的多元发展路径。毕业审核时将根据所选路径对应的修读要求进行审核。

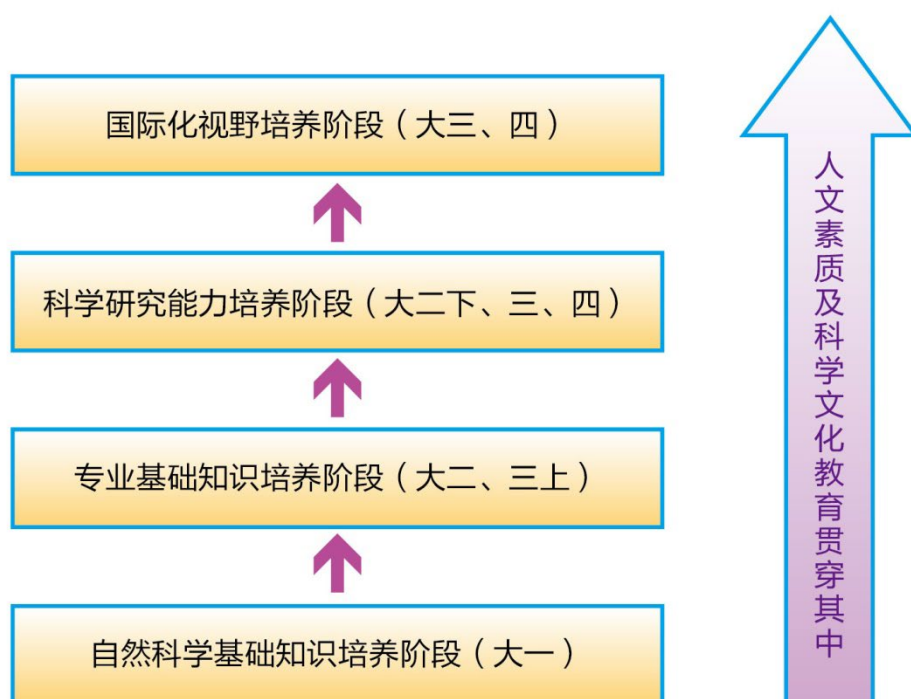


图 2.2 物理学系分段式培养模式示意

在本科生培养的过程中，能力培养放在首要位置，已形成具有复旦大学自身特色、根据“综合能力-实践能力-创新能力”的次序渐次推进、相互衔接的课程

培养体系。我们通过如下六个平台可以很好实现对这三种能力的全面培养，见图 2.3。

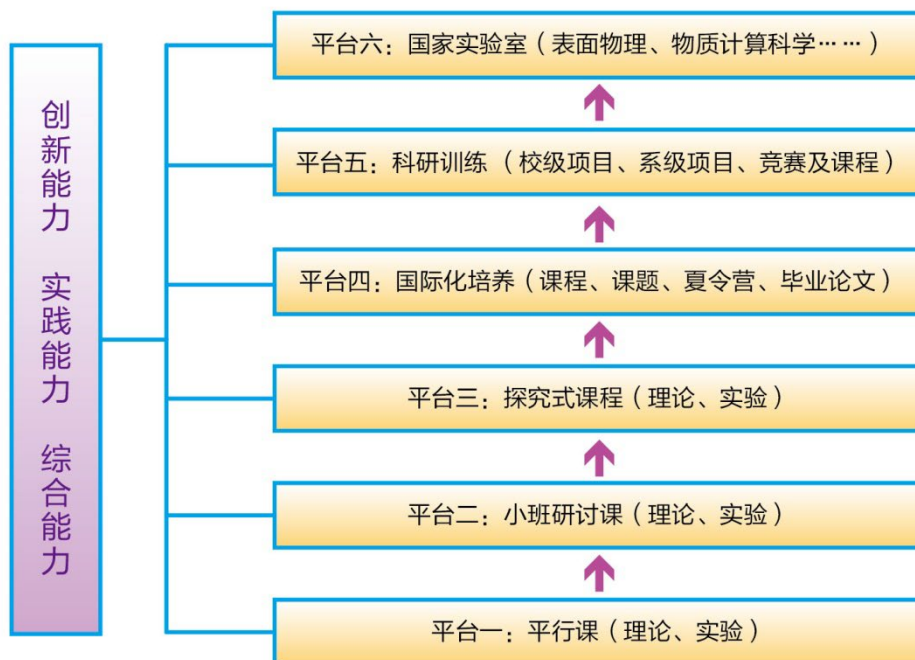


图 2.3 物理学系能力培养体系示意

本科生“荣誉项目”的设立目标是汇聚能力卓越、志存高远的优秀本科生，激发其学术兴趣和潜能，使之既具备深厚的专业基础又具有前沿的学术视野和持久的学术竞争力，以培养各学科未来的领军人才。物理学系自 2015 年在校内率先开展“荣誉学位”项目；制定了具体实施方案，并将一些主干课程设立为“荣誉课程”。对满足实施方案中所列条件的卓越学生在其毕业时将授予其“荣誉学位证书”。

物理学系的荣誉课程在难度、深度与广度上均高于普通课程，因此其比相应的普通课程多一个学分，而且 A 类成绩的评定可以不受不得高于 30% 的限制。学生如修读一定的荣誉课程，达到相应的成绩要求，并在课题研究方面开展了必要的科研工作之后可以在毕业时申请授予“荣誉学位证书”，毕业所需的总学分稍有增加。荣誉项目的培养模式见图 2.4。



图 2.4 物理学系荣誉课程培养模式示意

§ 2.3 “强基计划”培养模式

为服务国家重大战略需求，加强基础学科拔尖创新人才培养，我校于 2020 年开展基础学科的“强基计划”项目，物理学系对物理专业“强基计划”学生制定了专门的“强基计划”培养方案。“强基计划”学生一般应选择“2+X”培养方案中的“专业进阶”或“荣誉项目”路径，并鼓励“强基计划”学生选择“荣誉项目”路径。物理学系为每个“强基计划”学生配备“寝室导师”及“学业导师”。通过“强基计划”渠道入学的本科生，独立编班，进行小班化培养。班级配备班主任，为学生的课程安排、学业规划进行全程指导。优先考虑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举办讲座，夯实物理基础并促进学生充分接触前沿。鼓励“强基计划”学生高年级修读研究生阶段的基础课程，对直研本系的学生所学课程学分可计入研究生培养阶段。毕业前，满足推免研究生要求的“强基计划”学生将被优先推荐攻读本系、外系研究生学位，实现本-研衔接培养。具体培养方案和管理办法可参见附录。

§ 2.4 “英才班”培养模式

为服务国家重大战略需求，加强基础学科拔尖创新人才培养，我系于 2023

年开设物理“英才班”，招收一批综合能力突出、对物理有热情和潜能的学生，直接进入物理学系培养。“英才班”学生将按“2+X”培养方案中的“荣誉项目”路径培养，通过课程改革、导师制、科研实践、国际交流等措施，营造物理拔尖学生成长的环境。优先考虑英才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。优先考虑英才班学生获得推荐免试攻读研究生资格，获得推免资格的学生可在大四年级修读物理及物理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，进一步强化物理学科的优秀人才培养。具体培养方案和管理办法可参见附录。

§ 2.5 “相辉计划”培养模式

相辉计划以理科试验班（本博贯通）进行招生，实行专业动态考核。入学一年后，满足要求的学生可分流至数学、物理、化学、生物四个方向。相辉学堂在培养上，采取“相辉学员”荣誉制度，并会授予学生“相辉青年学者”称号，这一身份将陪伴学生整个培养周期。具体培养方案和管理办法可参见附录。

§ 2.6 大类分流

一、大类分流时间

自然科学试验班学生预计于第一学期末开展报名选专业，进入相关院系。

二、物理学系录取要求

物理学系下设物理学本科专业。选报物理学专业的学生，第一学年应修满至少 40 学分并获得合格成绩，且修读以下大类基础课程、达到相应的成绩等第：选修“高等数学 A(上、下)”和“大学物理 A(力学、热学、电磁学)”课程的学生，其相应课程成绩等第应该满足 D 以上(含 D)；选修“高等数学 B(上、下)”和“大学物理 B(上、下)”课程的学生，其相应课程成绩等第应该满足 B+以上(含 B+)。录取排序时以选修 A 系列课程者为优先。

三、报名及录取程序

每年时间和要求略有变化，详情见教务处网站。物理系往年要求修读《大学物理 B》(上、下)的学生须参加后续的面试考核。

四、分流结束后的注意事项

物理学系对数学和物理科目的毕业要求需要修读“高等数学 A(上、下)”和“大学物理 A:力学”、“大学物理 A:热学”及“大学物理 A:电磁学”。分流之前没有完成这些课程修读的学生进入物理学系后需要补修，具体如下：

- 1、分流前修读“高等数学 B(上)”和/或“高等数学 B(下)”的学生务必完成“高等数学 A(上)”和“高等数学 A(下)”课程的修读。
- 2、修读《数学分析 A/B》的学生分流或转专业进到物理系后，符合以下要求的学生可以不补修《高等数学 A》：
 - i) 《数学分析 A (上,下)》已经取得 B 及以上成绩；
 - ii) 或《数学分析 B (上,下)》已经取得 B+及以上成绩。
- 3、分流前修读“大学物理 B(上)”和/或“大学物理 B(下)”的学生需要补修“大学物理 A:热学”。由于“高等数学 A(上)”、“高等数学 A(下)”、“大学物理 A:热学”每学年仅开设一次，同学需计划好尽早修读，以免影响毕业。

§ 2.7 转专业

非自然科学实验班的一年级学生和非物理学系的二年级学生可以通过转专业方式申请进入物理学系学习,时间一般在每年的春季学期。

一. 申请

凡满足下列条件的复旦大学本科生可以申请进入物理学系继续学习：

1. 《高等数学》或《数学分析》成绩在 B 以上，《大学物理》或《普通物理》成绩 B 以上的理、工各专业的本科一、二年级学生。曾获得省级物理竞赛二等奖及以上者可适当放宽条件。

2. 中学期间数学物理成绩突出，曾获得省级物理竞赛一等奖的文科一年级学生。

3. 不满足上述条件，但对物理兴趣浓厚，思想敏锐，自学能力强，综合素质较高的学生。

二. 考核

对于符合学校有关规定和上述申请条件的学生，物理学系将组织有关专家组成考核小组对申请者进行面试考核（面试考核的方式、时间另行通知），特别地，

1. 对于只学过 B 类《高等数学》的申请者将加强数学知识的考核。

2. 对于只学过一学期《普通物理》课程的申请者将加强《大学物理》的考核。

三. 录取

1. 面试后由专家组根据学生绩点(占 40%)和面试成绩(占 60%)，给出最后的考核成绩，择优录取。

2. 录取后将为其制定新的修读计划。对于成绩优异者转入物理学系同一年级继续学习，对于有困难者将转入下一年级继续学习。

四. 参考教材

对于仅学过 B 类《高等数学》或只学过一学期《普通物理》的申请者，可参考如下教材：

1. 《高等数学》(上、下)，童裕孙等编，高等教育出版社，2004 年。
2. 《物理学基础》哈立德编，张三慧等译，机械工业出版社，2005 年。

说明：上面大类分流、转专业政策仅供参考；每年可能会根据情况有所调整，以最新版本的文件为准。

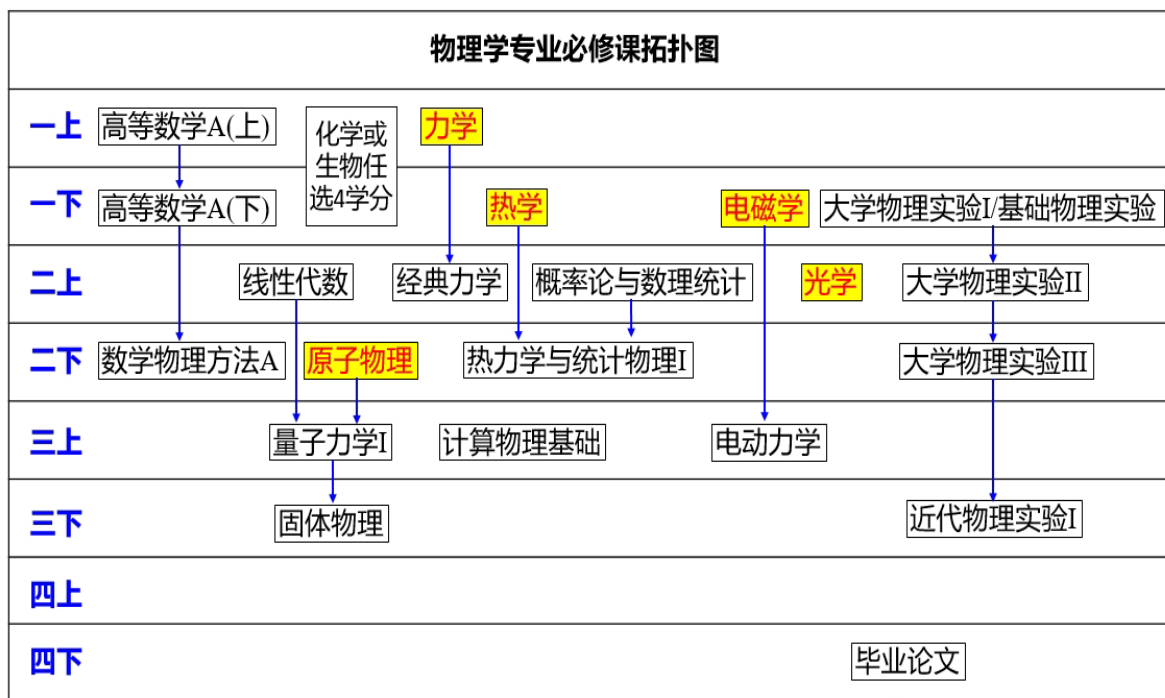
第 3 章 物理学专业本科生课程体系

§ 3.1 本科生 2+X 课程体系

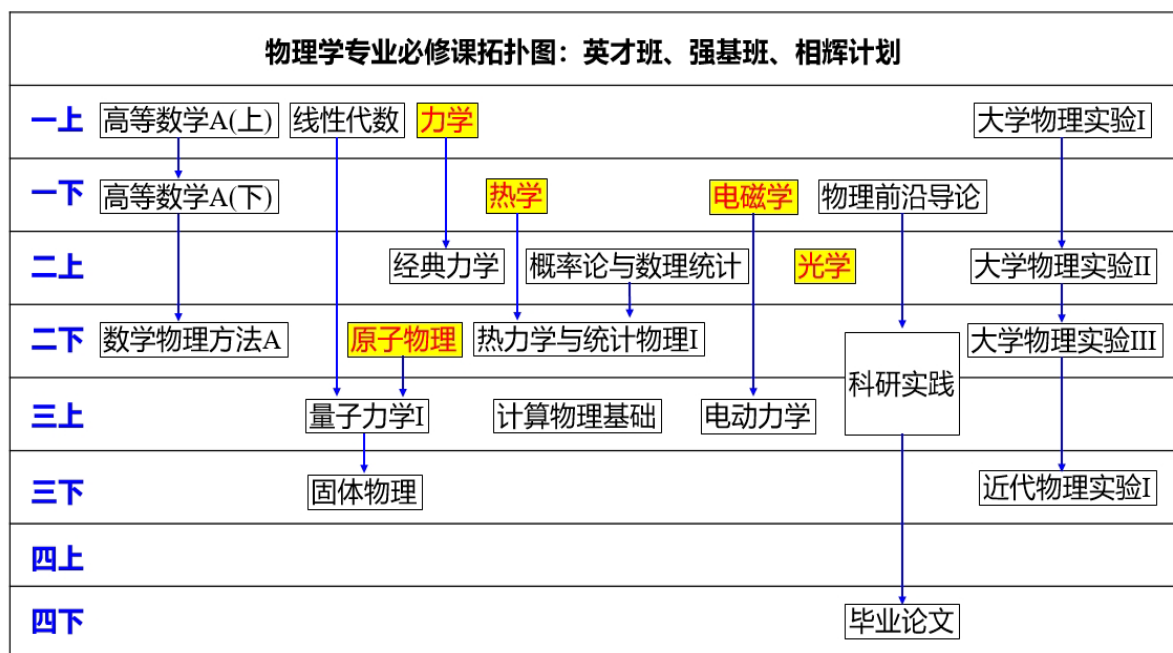
物理学专业本科生应修读四个层次的课程，即学校公共修读（通识教育）课程、大类基础课程和物理专业核心教育课程、多元发展路径课程；其中，公共修读课程，分为通识教育核心课程和专项教育课程两类，大类基础课程包括数学、物理、化学、生物等基础课程，专业核心教育课程包括 13 门专业必修课程和毕业论文。多元发展路径课程包括物理专业进阶课程和非物理专业课程。图 3.1 为物理学专业课程体系示意图。多元发展包括专业进阶、荣誉项目、跨学科发展、辅修学士学位、创新创业等 5 种不同路径，学生一般在第 4 学期结束前确定路径并修读对应的相关课程。“强基计划”、“英才班”的路径有所不同，具体见第 2 章。



图 3.1 物理学专业本科生课程体系示意
强基班、（相辉计划）、英才班专业培养课程略有不同，详见培养方案。



备注：5小力学可申请免修，如选择跨学科、创新创业路径，《计算物理基础》为非必修。



备注：5小力学可申请免修

图 3.2 物理学专业培养课程

说明：“强基班”、“英才班”、“相辉计划”专业培养方案各不相同，详见培养方案

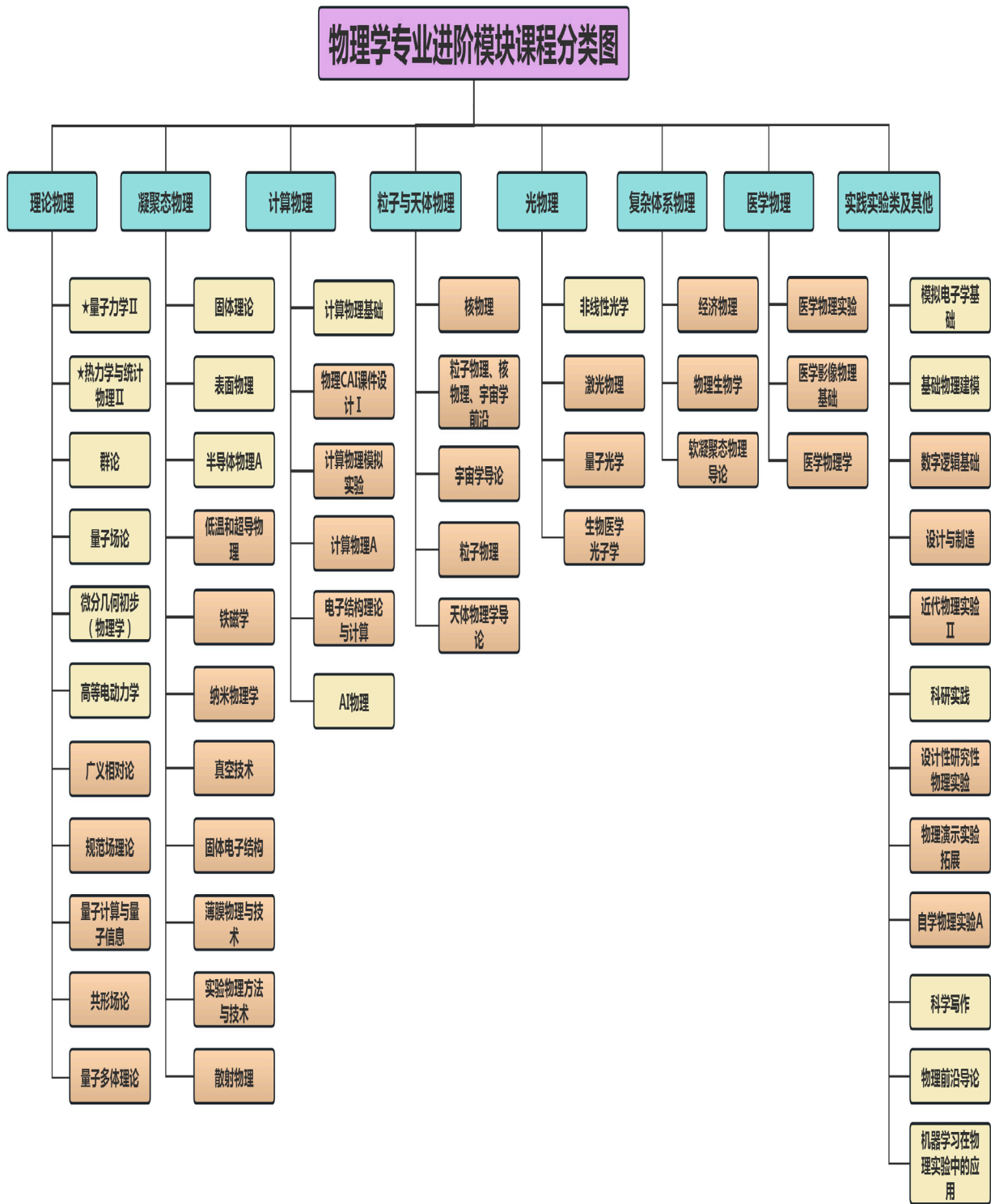


图 3.3 物理学专业进阶模块课程分类图

说明：黄色模块的表示专业进阶模块 I 课程，其它为专业进阶模块 II 课程；★标记的为本科系研究生学位基础课。

图 3.3 是物理学专业进阶模块课程分类图。物理学专业包括如下几个专业方

向：理论物理、凝聚态物理、计算物理、粒子与天体物理、光物理、复杂体系物理、医学物理、实践实验类。选择专业进阶路径的学生可以根据自己的兴趣爱好在三、四年级选择对应的专业课程进行修读，专业进阶模块 I 中的《计算物理基础》课程必须修读。对于“强基计划”、“英才班”班学生《计算物理基础》、《科研实践》、《前沿物理导论》这三门课必修。对于本科毕业后直接修读本系研究生的学生，应修读《量子力学 II》及《热力学和统计物理学 II》，修读的学分和成绩可以直接转换成研究生阶段的相应课程学习的学分和成绩。实践类课程中《基础物理建模》、《科研实践》及《设计性研究性实验》是与开放课题研究相关的课程，旨在锻炼学生的科研及创新能力。

§ 3.2 本科生“2+X”课程体系选课指导

在 2+X 培养体系中，物理专业学生有如下几种多元发展路径可以选择，学生根据自己学业规划及发展志趣综合考虑并确定路径。强基班、英才班学生可选择的是专业进阶路径和荣誉项目路径。

3.2.1 专业进阶路径修读建议

物理学系本科生专业进阶路径毕业必须总计获得 138 学分，由以下几部分构成。

- 通识教育课程 40 学分
- 大类基础课程 26 学分
- 专业核心课程（物理类）48 学分（含毕业论文 6 学分）
- 专业进阶 I 课程（物理类）15 学分，专业进阶 II 课程（物理类）9 学分

具体可参见《附录：物理学专业“2+X”本科教学培养方案》《附录：物理学专业“2+X”修读建议》。

留学生和港澳台侨学生的修读建议参见《附录：物理学专业“2+X”修读建议（留学生适用）》，下同。

3.2.2 荣誉项目路径修读建议

物理学系本科生荣誉项目路径毕业必须总计获得 142 学分，包括通识教育课程、大类基础课程、专业核心课程（含毕业论文）、专业进阶课程（物理类）。要求修读荣誉课程不低于 28 学分，且须修读专业进阶 I 课程（物理类）至少 15 学分，专业进阶 II 课程（物理类）至少 9 学分（专业进阶 I 课程超出 15 学分的部分可替代专业进阶 II 课程的学分）。

一般来说，参加“荣誉项目”的学生除了需要修读一定数量的“荣誉课程”并达到相应的要求之外，还需要完成一定的科研项目，且毕业论文必须达到 A 类成绩才能申请取得“荣誉学位”。具体可参见《附录：物理学专业“2+X”本科教学培养方案》《附录：物理学专业“2+X”修读建议》《附录：物理学系本科

“荣誉项目”实施方案》。

3.2.3 跨学科发展路径修读建议

物理学系本科生跨学科发展路径毕业必须总计获得 144 学分，由以下几部分构成。

- 通识教育课程 40 学分
- 大类基础课程 26 学分
- 专业核心课程（物理类）48 学分（含毕业论文 6 学分）
- 两个学程模块课程（非物理类）30 学分

具体可参见《附录：物理学专业“2+X”本科教学培养方案》《附录：物理学专业“2+X”修读建议》、相应跨学科学程实施方案。

3.2.4 辅修学士学位路径修读建议

物理学系本科生辅修学士学位路径毕业必须总计获得约 169 学分，由以下几部分构成。

- 通识教育课程 40 学分
- 大类基础课程 26 学分
- 专业核心课程（物理类）48 学分（含毕业论文 6 学分）
- 一个专业进阶模块课程（物理类 I 或 II）15 学分，一个外院系开设的辅修学士学位项目（非物理类）约 40 学分

具体可参见《附录：物理学专业“2+X”本科教学培养方案》《附录：物理学专业“2+X”修读建议》、相应辅修专业的培养方案。

3.2.5 创新创业路径修读建议

物理学系本科生创新创业路径毕业必须总计获得 144 学分，由以下几部分构成。

- 通识教育课程 40 学分
- 大类基础课程 26 学分
- 专业核心课程（物理类）48 学分（含毕业论文 6 学分）
- 两个学程模块课程（非物理类）30 学分：一个学程模块课程（非物理类），一个创新创业学程课程（创新创业学院）。

具体可参见《附录：物理学专业“2+X”本科教学培养方案》《附录：物理学专业“2+X”修读建议》。

说明：

1) 第 4 学期结束前, 学生需确定选课路径, 毕业时将按照所选择的路径对应的修读要求进行严格审核, 不满足路径对应的修读要求将审核不通过。

2) 选择多元发展课程模块和学程时, 专业进阶课程模块和辅修学士学位项目可以冲抵学程, 专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

3) 完成本专业的专业进阶模块 I 课程 15 学分 (专业进阶 I 中“计算物理基础”课程必须修读) 和 1 个非本专业独立开设的学程的学生, 仍被视作选择跨学科发展路径。

§ 3.3 本科生导师制

物理学系为更好地发挥导师对本科生的育人作用, 一到四年级学生均以寝室为单位配备导师。一年级学生的导师由复旦书院安排, 通常一个导师指导 5-6 个寝室。二年级分流结束后, 进入物理学系的学生由物理学系为每个寝室配备一名导师。学生遇到学习、生活上的任何困惑、困难都可以与导师沟通、交流, 征询导师建议。鼓励学生参加寝室导师科研组的组会, 在导师指导下参与完成校级、系级科研项目。欢迎学生主动联系导师, 与导师交流。

§ 3.4 实践与能力训练

3.4.1 实验课程

物理实验课程体系包括基础型-综合型-研究型三个层次的实验训练, 力求让学生在实验能力和科学思维上得到较全面的训练, 从而养成像物理学家一样思考的习惯, 增强独立学习和构建知识的能力和信心。

物理学系物理教学实验中心 (<http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php>) 是国家级实验教学示范中心, 物理虚拟仿真实验教学中心是国家级虚拟仿真实验教学中心。大学物理实验 (含大学物理实验 I、II、III、设计性研究性物理实验)、文科物理 (理论与实验) (实验中心负责实验部分) 和近代物理实验 (含近代物理实验 I、近代物理实验 A 和近代物理实验 II) 先后建设成为国家级精品课程和精品资源共享课程。设计性研究性物理实验、医学物理实验、物理演示实验拓展三门课程先后建设成为上海市级精品课程。

为了提高实验教学质量, 实验中心先后自主开发了数十个教学实验项目, 努力探索培养实验能力的有效途径。近年来推行的以“虚实结合”为特色的教学新模式有效地促进了教学质量的提升。

i. 物理学专业本科生实验必修课程

物理学专业本科生实验课程包括大类基础课程 (大学物理实验 I、生物实

验、普通化学实验)、物理专业必修实验课程(大学物理实验II、III及近代物理实验I)。各门必修的实验课程之间的递进关系如图3.4所示,选修实验课程及递进关系见图3.5。

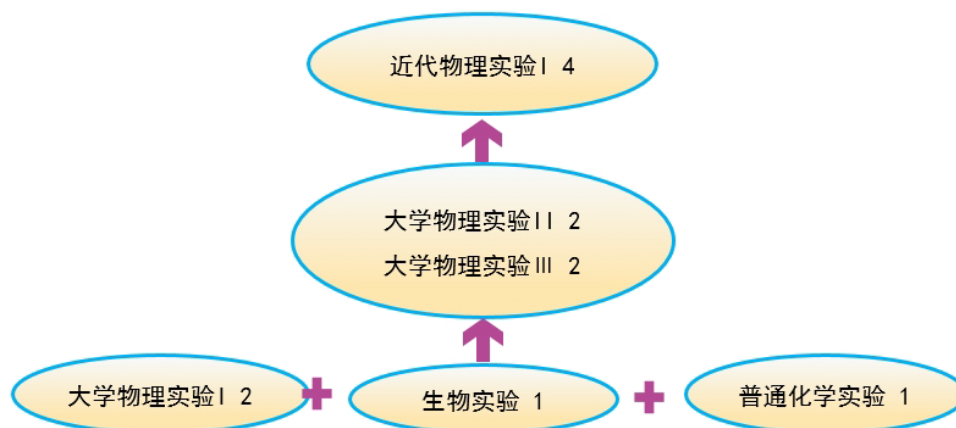


图 3.4 物理学专业本科生实验必修课程。

ii. 物理学专业本科生实验选修课程

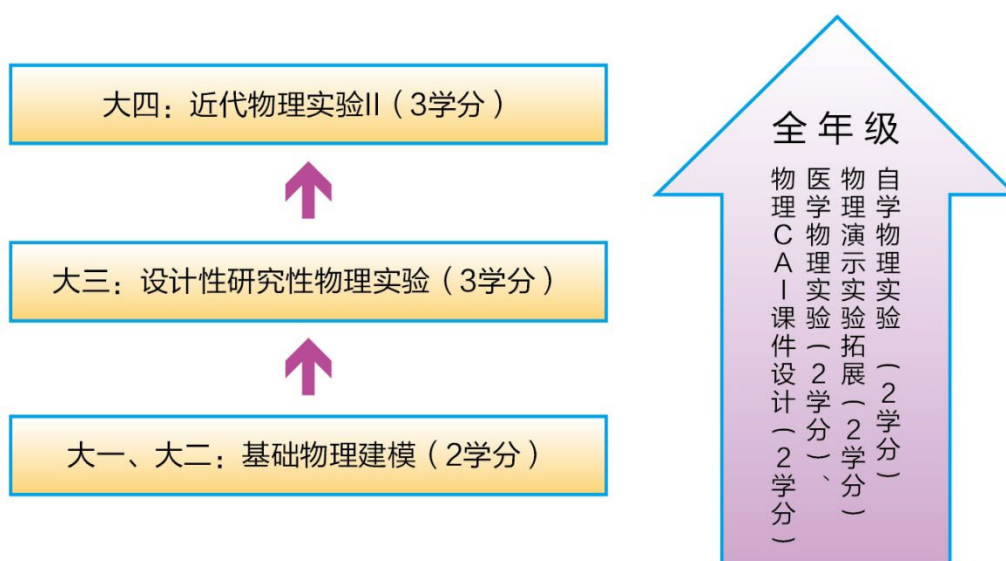


图 3.5 物理学专业本科生实验选修课程, 数字表示学分数。

3.4.2 科研项目

实践能力培养是物理学专业本科生培养体系的重要环节。物理系鼓励学生参加多层次的科研训练, 尽早接触学科前沿, 培养、增强科研的创新思维与能力。图 3.6 给出了本科生可参加的科研实践项目。建模比赛、物理竞赛和物理学术竞赛一般在一年级完成。二年级开始可以申报科研项目, 学校专门成立了‘本科生学术研究资助平台 (FDUROP)’, 网址: www.fdurop.fudan.edu.cn, 该平台的科研项

目包括“著政项目”、“望道项目”、“登辉计划”、“曦源项目”等。教育部也设有“国家大学生创新性实验计划”等资助计划。三年级的学生可以选修“科研实践”和“设计性研究性物理实验”两门课程，至教授课题组开展前沿课题研究。课题组信息可参考网址：<http://phys.fudan.edu.cn/7476/list.htm>。

另外，物理系还制定了《物理学系本科生科研实践资助计划（“种子计划”）申请及管理规定》（见附录），由系下拨适当的经费直接支持本科生开展科研训练，希望经过一定时间的进展后，这些项目可以进一步申报校级科研计划。

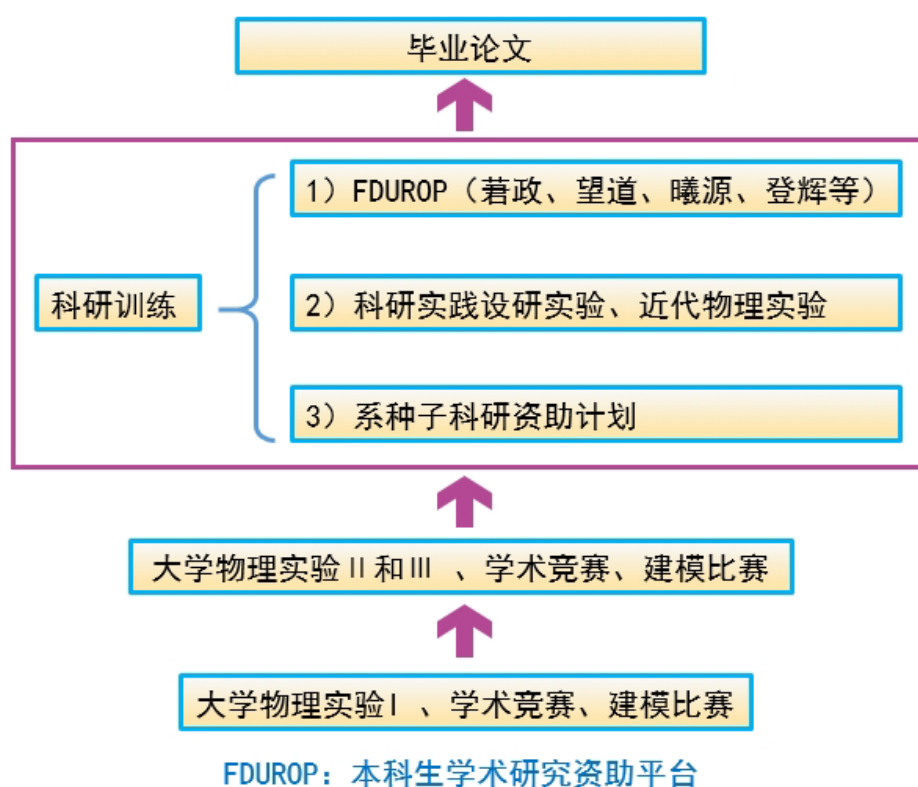


图 3.6 本科生实践项目

3.4.3 毕业论文

毕业论文工作是本科人才培养过程中的重要教学环节。这门课是物理学系每个本科生的必修课程，在四年级第一学期期中（每年的十一月份）左右启动。为保证本科毕业论文工作高质量地开展，物理学系制订了《复旦大学物理学系本科毕业论文工作管理办法》，具体请参见附录。对毕业班学生，物理学系鼓励学生在系启动毕业论文工作之前，根据自己的兴趣主动联系导师，确定论文题目。

3.4.4 实习

为全面推进实践教学工作,提高实践教学质量,进一步培养学生的创新精神、创业和实践能力,物理学系与企事业单位洽谈合作,以进一步加强校外实习、实训基地的建设。目前我系已经和三家公司签约共建教学实习基地,一般会在每年的春期学期中期向大三学生发布。基地具体介绍和往年的实习要求可参见附录。

§ 3.5 国内外交流

物理学系一贯重视创造条件,争取更多的机会提供我系优秀本科生开展各种形式的对外交流活动。如鼓励优秀学生参加兄弟院校“拔尖计划”暑期学校,一方面拓宽他们的知识视野、另一方面也可通过比较而更深切地体会到复旦教育、培养体制的独特性。物理学系的出国交流项目分为三个级次:系级、校级、国家级。系级交流项目是由物理学系自主联系国外大学派送学生前往修读课程、完成毕业论文或参加夏令营等活动,往年的项目有美国加州大学伯克利分校、美国耶鲁大学、英国诺丁汉大学、日本东京大学等。

对校级国际交流项目,学生可至复旦大学外事处网站 www.fao.fudan.edu.cn 查询每年春、秋季校际交流项目。学生可使用 www.portal.fudan.edu.cn->综合服务->学生出国出境服务->校际项目申请进行网上申报。相关信息一般比正式交流时段提前两个学期公布。交流学校招生要求和收费情况不同,具体可见相关文件和对方学校网址。这类交流活动通常对英语都有一定的要求,有些学校对绩点也有可能提出要求。参与交流的学生一般是本科二年级下或三年级学生。项目奖学金一般包括该交流学校的学费和住宿费,有的学校也提供免费住宿甚至一定的生活费用。但也有的学校只免去该交流学校的学费。所有入选交流项目的学生一般仍需缴纳复旦大学的学费。

除了上述各渠道之外,物理学系积极支持本系大学生自主联系或经导师推荐至国外知名高校(或知名教授研究组)开展课程学习、学术交流或寒、暑假的交流等活动。

§ 3.6 推荐免试研究生

对有志于在国内攻读研究生的学生在大四第一学期开学初可以通过申报推荐免试研究生项目获得研究生的推荐免试资格。我系推免工作一般在大四第一学期开学初开展,物理系网站会给出当年的《推荐优秀应届本科毕业生免试攻读研究生工作办法》。系推荐工作小组审核并给出推荐名单,名单进行公示并上报学校。

*说明:系网站历年的推荐免试研究生政策仅供参考;每年可能会根据实际情况有所调整,以最新版本的文件为准。

§3.7 本科生毕业去向

2019-2023 年物理学系本科毕业生的平均深造率（升学）为 82.5%。出国出境读研的毕业生中，到 QS 排名全球前 20 大学读研的学生占比达到了 36%，到 QS 排名全球前 50 大学的占比达到了 61%。物理学系每年有 20~21 名毕业生获得教育部“拔尖计划毕业生”称号，每年有 6~7 名毕业生获“荣誉学位”证书，每年有 6~8 名毕业生获上海市“优秀毕业生”称号。

毕业年份	毕业生人数	出国出境读研	国内读研	工作	其它	就业率	深造率
2019	79	36.7%	44.3%	3.8%	15.2%	84.8%	81.0%
2020	87	34.4%	47.1%	11.5%	6.9%	93.1%	81.5%
2021	101	24.8%	61.4%	5.9%	7.8%	92.2%	86.2%
2022	98	21.4%	61.2%	5.1%	12.2%	87.8%	82.6%
2023	85	21.2%	60.0%	9.4%	9.4%	90.6%	81.2%
平均	90	27.7%	54.8%	7.1%	10.3%	89.7%	82.5%

图 3.7 2019-2023 年物理学系本科毕业生就业情况

第 4 章 课程简介：通识教育课程

按规定每个物理系的学生应修满通识核心课程 25 学分，其中思想政治理论课模块修读 19 学分，有关人文素质的七大模块除第五模块“科学探索与技术创新”外应修满 6 学分，其中每个模块最多选读 1 门课程，第五模块的修读学分另计。下面是物理系开设的通识核心课程，一般一至四年级都可以修读。

4.1 物理与文化

一、基本信息

课程代码	PHYS119001				学分	2		周学时	2	
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	Physics and Cultures									
课程类别	通识核心课程									
先修课程	高中物理与数学					后续课程				
教学方式	以课堂讲授为主，配以一定课时的讨论，并穿插多媒体教学（展示物理在高技术应用方面的精彩资料和图片）和课堂示范实验。					考核方式		考核包括：平时成绩（出勤率、作业习题、讨论的参与情况）、读书报告以及期末书面考试，且闭卷。其中：平时成绩占 20%，读书报告（学习体会）占 40%，期末书面考试占 40%。 考试题型：包括名词解释、题充题、计算题和问答题。在考题内容上重视基础性和全面性，涉及每周教学内容。		
课程主页	在校园 elearning 网上发布。									

二、教学目的和基本要求

作为一门文理交融，重视科学教育与人文教育融合的通识教育课程。本课程是以物理基础知识为载体，突出物理学的文化内涵，展现物理思想和人文精神的融合，有利学生科学素养和终身学习能力的培养。

了解本课程中所介绍的物理学中一些最基本的知识，物理学发展史中一些重大发现的内容和意义，一些著名物理学家的创新思维和突出贡献。以及自然科学的一些研究方法。在上述基础上深入思考“科学教育与人文教育融合”的重要意义，人文精神对科学发展的作用，自然科学中的研究方法在人文科学研究中的参考价值，体会对真、善、美的追求是科学文化和人文文化的共同目标，消除两种文化隔阂的重要性。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程系统介绍(以定性介绍为主)了从宏观到微观的物理学的一些基本知识, 基于这些知识, 本课程旨在通过对物理学发展史上的一些重大发现过程的来笼去脉的介绍, 以及对这些发现做出重大贡献的著名物理学家的科学思想、科学方法和科学精神的介绍, 向学生展现物理学的科学魅力和它所包含的丰富的文化内涵。物理思想与人文精神的融合将贯穿整个教学过程, 着重对学生科学素质的培养。

第一章 两种文化的历史演变 (2 学时)

- 讲课要点:
1. 探讨我国科学在历史上逐渐落后的原因 - “李约瑟难题”
 2. 东、西方哲学的异同, 西方哲学为何对近代科学起促进作用?
 3. 文艺复兴和科学革命, 两种文化的分裂
 4. 21 世纪的高等教育需要文理相通、需要科学文化与人文文化的融合

第二章 经典力学的建立和发展 (6 学时)

- 讲课要点:
1. 从哥白尼到开普勒
日心说提出的科学根源、哲学根源和历史根源
开普勒行星三定律, 天文学从此真正成为一门精确科学
 2. 伽利略和近代力学的诞生, 为什么伽利略被后人称为“近代物理之父”?
 3. 牛顿万有引力定律的创立过程, 及其在航天技术中的应用
 4. 牛顿对科学研究方法的贡献; 牛顿的自然哲学思想及其深远影响
 5. 动量守恒定律和机械能守恒定律
 6. 角动量和角动量守恒定律, 及实际应用举例

第三章 从静电现象到电磁波 (6 学时)

- 讲课要点:
1. 从库仑定律的建立看“类比方法”在科学研究中的重要性
 2. 奥斯特发现电流磁效应所基于的哲学思想, 以及对人们的重要启示
 3. 法拉第发现电磁感应的哲学思想、创造性的科学思维(‘场’概念的引入); 法拉第电磁感应定律及电磁感应现象的应用。
 4. 带电粒子在电磁场中的运动, 洛伦兹力及实际应用
 5. 麦克斯韦电磁场理论的建立、电磁波的发现和光、电、磁的统一

第四章 光的本性是什么? (6 学时)

- 讲课要点:
1. 牛顿的光的微粒说是在什么指导思想下提出的? 为什么它能统治一百多年?
 2. 为什么惠更斯的光的波动说在初期无法与微粒说抗衡? 波动说是如何逐渐占统治地位的?
 3. 光的干涉、折射和偏振, 以及它们的实际应用
 4. 爱因斯坦的光量子假设和光的波粒二象性
 5. 声波和光波的多普勒效应及其在高科技中应用
 6. 激光基本原理及激光技术应用

第六章 打开微观世界研究大门的三大发现 (3 学时)

- 讲课要点:
1. X 射线的发现
阴极射线本性的争论
在伦琴发现 X 射线的过程中几个值得思考的问题
X 射线的本性及其应用
 2. 放射性的发现
贝克勒尔的惊人发现, 以及“直觉和灵感”在科学发现中的重要性
居里夫人的创新思维及高尚品德
三种射线(α 、 β 、 γ) 及放射性衰变现象和应用
 3. 电子的发现
J. J. 汤姆孙勇于突破传统观念发现第一个基本粒子 - 电子

发现电子的三个关键性实验及重大意义

第七章 物质观的革命 — 量子论 (5 学时)

- 讲课要点:
1. 普朗克提出了开创物理学新时代的“量子”概念
量子观点遭非难，普朗克要退却，爱因斯坦捍卫和发展了“量子论”
 2. 第一个钻到原子中心的人 — 卢瑟福
原子核的发现(是偶然的吗?)
原子核式模型的重大贡献和遭科学界的漠视
 3. 和谐乐章 — 玻尔模型
玻尔的创新思维，玻尔模型的贡献和困难
什么是哥本哈根精神?
 4. 德布罗意与物质波，物质粒子的波粒二象性和电子波性的实验验证
 5. 描写物质波的波动方程及波函数的统计解释
微观粒子运动的统计规律性
玻尔与爱因斯坦之间的一场被传为佳话的科学争论

第八章 时空观的革命 — 相对论 (3 学时)

- 讲课要点:
1. 光速不变性和同时的相对性
牛顿的时空观
测量“以太风”的迈克耳孙 - 莫雷实验
爱因斯坦的追光佯谬和狭义相对论的两个基本原理
 2. 洛伦兹收缩，洛伦兹变换，速度相加定律
 3. 质量随速度变化，质能关系和原子能应用(裂变和聚变)

第九章 物理与文化 (1 学时)

- 讲课要点:
1. 现代物理学的认识论
认识论的相对性原理；信息是主、客体共同创造的
 2. 现代物理学的方法论
模型方法的实质；对称性在物理学中的地位
 3. 从相对真理到绝对真理

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
倪光炯、王炎森 主编	《物理与文化 —— 物 理思想与人文精神的融 合》	高等教育出版社	2015. 9

4.2 天体物理与宇宙论的演化

一、基本信息

课程代码	PHYS119004				学分	2	周学时	2
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 Astrophysics and Cosmology		
课程类别	通识核心课程		
先修课程	高中数学物理	后续课程	
教学方式	课堂讲授为主，2-3 周组织一次讨论。	考核方式	平时讨论课占 10%，课程小论文占 35%，期末考试占 55%。
课程主页			

二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习使学生初步了解天体物理和宇宙学的基础知识和最新发展,通过天体物理学发展史上的一些重大发现过程和在此过程中所体现的一些著名物理学家的哲学思想、创新思维和对科学事业的奉献精神,培养学生的探索精神和科学思维方法,树立正确的物质观和宇宙观,启迪学生的创新意识和分析问题解决问题的能力,提高学生的科学素养和综合素质。

除了课件,根据所讲内容阅读核心书目的有关章节,对于特别感兴趣的部分,可阅读有关的参考书和网上查找的资料。在学习中注意了解新发现和新理论的探索和建立过程,了解天文学家和天体物理学家在解决问题过程中的思考及争论。通过参与讨论,对一些容易混淆的问题有更深入的理解。最后通过课程论文,对感兴趣的一个专题或问题做一个探讨和总结。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程主要介绍天体物理和宇宙学的发展历史,天体的起源、结构与演化及近年来的最新发展。包括人类认识宇宙的历史,星座的定义和天球坐标系的建立;时间的定义及其计量,天体物理中各种观测方法和物理量的测量;太阳的物理性质,恒星的起源、结构和演化,银河系及河外星系的结构和性质,宇宙的起源和演化等。

第一周到第二周（4 课时）人类认识宇宙的历史,地心说和日心说

阅读材料:哥白尼《天体运行论》,维基百科关于托勒密,亚里士多德,哥白尼、开普勒、伽利略以及喜帕恰斯等古希腊天文学家的介绍。

思考题:科学理论有哪些特征?伪科学有哪些特征?为什么说哥白尼的日心说要比托勒密的地心说在科学上更优越?如果第谷的观测精度达到今天的水平,开普勒还能总结出三大定律吗?

第三周到第四周（4 课时）天球坐标,星座,天体的视运动

阅读材料:天文观测,天文摄影,历法的编制。

思考题:星相之说有科学根据吗?如何看待星座热?

第五周（2 课时）时间的定义,时间的标准与计量

阅读材料:钟表的历史。

思考题:如何理解时间?为什么说没有物质运动,就没有时间?

第六周到第八周（6 课时）天体的辐射，中微子，引力波，天体的距离

阅读材料：光谱分析，中微子和引力波的探测。

思考题：观测对天体物理的发展有何重要意义？通过中微子和引力波，我们能了解天体的哪些性质？

第九周到第十周（4 课时）太阳及太阳系，太阳活动

阅读材料：太阳物理

思考题：太阳物理的意义，太阳与人类的关系

第十周到第十二周（5 课时）恒星的结构，白矮星，中子星，黑洞

阅读材料：超新星，黑洞

思考题：黑洞是什么样的天体？如何理解黑洞？

第十二周到第十四周（4 课时）银河系，星系，类星体

阅读材料：银河系，类星体的发现

思考题：有外星人吗？为什么从未发现？

第十四周到第十六周（5 课时）大爆炸理论，微波背景辐射，前沿问题

阅读材料：广义相对论，宇宙学

思考题：宇宙是有限的还是无限的？如何理解时间和空间？

2) 学习使用 World Wide Telescope 等相关软件。

第十八周：期末考试

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
徐建军	自编课件和讲义	自编	/

4.3 人文的物理学

一、基本信息

课程代码	PHYS119005	学分	2	周学时	2
------	------------	----	---	-----	---

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	Physics with Humanity							
课程类别	通识核心课程							
先修课程	无			后续课程				
教学方式	课堂授课			考核方式	平时作业(两次): 30%; 期末随堂考试: 70%。			
课程主页								

二、教学目的和基本要求

教学目的:

(1) 以物理学的起源与演变为例, 试图说明: 科学实际上是历史的产物, 而非逻辑之必然。科学与文学、艺术、历史一样, 都是人类大师的杰作, 并一同构成广义上真正的人文学科。

(2) 通过课程的学习, 学生的科学素养会有明显的提高, 能正确认识科学在当今社会的作用及其局限, 能自觉抵制各类伪科学的迷惑, 也不会被“科学主义”所误导。

基本要求:

定性而不是定量的掌握课程内容, 根据课上要求, 阅读参考文献并形成自己的看法。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

从古希腊的泰勒斯开始, 首先介绍物理学的起源和早期发展。接着, 对由哥白尼、开普勒、伽利略和牛顿所发动的科学革命作较详细的介绍和分析。在此基础上, 分别介绍物理学在热学、电磁学、光学等方面所取得的辉煌成就及严重挑战; 这样就自然过渡到二十世纪初相对论和量子物理学的诞生。这些内容构成了下面的教学大纲:

1. 物理学的发端和早期发展 (3 学时)
2. 科学革命的准备和产生 (4 学时)
3. 热现象的本质 (4 学时)
4. 振动与波动 (3 学时)
5. 电磁现象及其规律 (4 学时)
6. 光是什么 (3 学时)
7. 相对论简介 (3 学时)
8. 量子物理讲什么 (4 学时)
9. 身边的物理学 (4 学时)

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
----	-----------	-----	------

金晓峰	自编讲义	/	/
-----	------	---	---

4.4 科学的演化

一、基本信息

课程代码	PHYS119006				学分	2	周学时	2
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	Evolution of science							
课程类别	通识核心课程							
先修课程	高中物理、数学				后续课程			
教学方式	每周两次大课。				考核方式	作业 30%；期末考试 70%。		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

让学生对科学演化发展历史和主要思想有个基本的了解，培养科学精神和科学方法，同时也让学生对科学前沿有初步接触和整体印象。

了解历史内容，掌握基本的科学内容。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

科学的起源和演化历史。古希腊和中世纪简况，近代科学（特别是经典力学）的诞生和发展，18 世纪技术革命简况，19 世纪经典科学（特别是经典物理）的鼎盛。20 世纪科学（特别是物理学）的发展，并讲授当代科学（特别是物理学）的基本概念和前沿。

1. 古希腊。2. 中世纪。3. 哥白尼革命。4-5. 经典力学。6. 18 世纪。7-8. 19 世纪经典科学的鼎盛。9-10. 相对论。11-13. 量子力学及其应用。14-15. 物质结构与宇宙。16. 信息。17-18. 复习考试。

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
吴国盛	科学的历程	北京大学出版社	2002

D. Griffith	Evolutions in twentieth-century physics	Cambridge University Press	2013
A. Einstein, L. Infeld	The Evolution of Physics	Touchstone	1967

4.5 量子科学与未来计算

一、基本信息

课程代码	PHYS119007				学分	2		周学时	2
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 quantum science and technology								
课程类别	通识核心课程								
先修课程	高中物理		后续课程						
教学方式	基础知识部分以讲课为主; 前沿量子科技部分以课堂讨论为主。		考核方式		平时作业等占 60%, 课程论文 40%。				
课程主页									

二、教学目的和基本要求

教学目的:

针对文科本科生, 普及量子力学与量子科技的基本知识, 针对国家在量子信息技术革命中的战略需求, 培养具有跨学科能力的综合型人才。

基本要求:

- 1) 掌握量子力学的基本概念, 建立相关的物理图像, 了解微观量子世界的反直觉物理现象;
- 2) 了解量子比特的基本特点, 掌握量子密钥分发的安全性基础, 以及具有显著计算优势的若干量子计算算法。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

基本内容包括两个部分，第一个部分是量子力学的基本知识，第二个部分是量子力学在信息技术中的应用。基本知识包括学科的发展历史、基本物理概念与基本规律等，着重讲述光子和电子的波粒二象性的发现，微观量子世界的反经典直觉的现象，海森堡不确定关系，历史上爱因斯坦与波尔的观点纠葛等。量子信息科技部分包括量子密钥分发、量子精密测量、量子计算等相关的专题，该部分采用专题讨论的方式，将基本知识融汇于前沿科技专题，让学生领会量子理论的应用价值。

绪论（讲授 2 学时）

第一部分：量子力学简介（共课堂讲授 9 周，18 学时）

- 一. 引言：微观量子世界的反直觉现象及相关的应用简介（课堂讲授 2 学时）
- 二. 牛顿力学与确定性的世界观：“世界从黑暗走向光明”（课堂讲授 2 学时）
- 三. 光：从牛顿到麦克斯韦、惠更斯到普朗克（课堂讲授 2 学时）
- 四. 电子的波动性、波尔的原子模型、爱因斯坦的激光（课堂讲授 2 学时）
- 五. 自旋角动量与薛定谔“半死不活的猫”（课堂讲授 2 学时）
- 六. 薛定谔方程（课堂讲授 2 学时）
- 七. 量子测量的不确定性：“世界从光明重回黑暗”（课堂讲授 2 学时）
- 八. 量子纠缠：爱因斯坦与波尔的纠葛（课堂讲授 2 学时）

第二部分：量子科技应用简介（共课堂讲授 9 周；18 学时）

- 九. 单比特与双比特量子门（专题讨论 1.5 学时+点评 0.5 学时）
- 十. 量子不可克隆性与量子密钥分发（专题讨论 1.5 学时+点评 0.5 学时）
- 十一. 量子线路（专题讨论 1.5 学时+点评 0.5 学时）
- 十二. 为什么要做量子计算？（专题讨论 1.5 学时+点评 0.5 学时）
- 十三. 怎么做量子计算？（专题讨论 1.5 学时+点评 0.5 学时）
- 十四. 超导量子比特（专题讨论 1.5 学时+点评 0.5 学时）
- 十五. Grover 量子搜索算法（专题讨论 1.5 学时+点评 0.5 学时）
- 十六. 量子计算的应用（专题讨论 1.5 学时+点评 0.5 学时）

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
[美] 利昂·莱德曼， [美] 克里斯托弗·希尔	莱德曼量子物理通识讲义	四川科学技术出版社	2022.6
吴飙	简明量子力学	北京大学出版社	2020.4

第 5 章 课程简介：大类基础课程

5.1 高等数学 A（上）

一、基本信息

课程代码	MATH120021	学分	5	周学时	6			
开课时间 (或仅注明春秋学期)	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	Advanced Mathematics A I							
课程类别	大类必修课程							
课程主页								
预修课程	高中数学			后续课程				
教学方式	课堂授课			考核方式		笔试		

二、教学目的和基本要求

要求学生掌握一元和多元微积分的基本理论、方法和运算技能，掌握线性代数和空间解析几何的基本知识和方法，能用数学工具建立简单的数学模型及解决应用问题，并为后续的专业课程打下坚实的数学基础。高等数学的教学目标不仅在于使学生掌握数学工具，而且旨在培养学生理性思维能力，接受科学素质训练，启迪学生智慧和创新意识。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

I 一元函数微积分
一、极限与连续
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；曲线的渐近线。
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。
二、微分与导数

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；Machlaurin 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

三、一元函数积分学

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. 广义积分

无穷限的广义积分；比较判别法；无界函数的广义积分；Cauchy 主值积分； Γ 函数；B 函数。

II 向量、矩阵与空间解析几何

四、向量、矩阵和行列式

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. 逆阵

逆阵的定义；用初等变换求逆阵；Cramer 法则。

五、空间解析几何

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，常用二次曲面的方程及其图形，以坐标轴为旋转轴的旋转曲面方程、柱面和锥面方程。

5. 空间曲线的参数方程和一般方程。

5.2 高等数学 A (下)

一、基本信息

课程代码	MATH120022			学分	5	周学时	6	
开课时间 (或仅注明春秋学期)	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	Advanced Mathematics A II							
课程类别	大类必修课程							
课程主页								
预修课程	高中数学			后续课程				
教学方式	课堂授课			考核方式		笔试		

二、教学目的和基本要求

要求学生掌握一元和多元微积分的基本理论、方法和运算技能，掌握线性代数和空间解析几何的基本知识和方法，能数学工具建立简单的数学模型及解决应用问题，并为后续的专业课程打下坚实的数学基础。高等数学的教学目标不仅在于使学生掌握数学工具，而且旨在培养学生理性思维能力，接受科学素质训练，启迪学生智慧和创新意识。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

III 多元函数微积分

六、多元函数微分学

1. 多元函数的极限与连续

\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。

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。

七、多元函数积分学

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：重心与转动惯量；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、保守场和矢量场；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。

八、级数

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；离散 Fourier 变换。

IV 常微分方程

九、常微分方程

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。

5.3 大学物理 A: 力学

一、基本信息

课程代码	PHYS120016				学分	4	周学时	4+1
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	College Physics A: Mechanics							
课程类别	文理基础课程							
先修课程	高中数学物理、微积分				后续课程	经典力学		
教学方式	课堂讲授				考核方式	日常作业和期中考试占总成绩的30%，期末考试占70%。		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

掌握力学的基本知识和基本理论，为进一步学习其他后续物理课程打下基础。通过课程教学以及辅助的演示实验，使学生不仅了解基本的物理概念和规律，而且能够建立起具体和清晰的物理图像。在本课程教学中尽可能地介绍力学的历史发展过程，让学生从中得到科学文化的熏陶，培养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思维 and 创新能力。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第0章 数学准备

矢量分析与微积分

第1章 质点运动学

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

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

动量、冲量、动量定理、动量守恒定律

第4章 质心运动定律

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

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

角动量，力矩。角动量定理，角动量守恒定律

第7章 刚体力学

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

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

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

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

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

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
郑永令, 贾起民, 方小敏	力学 (第二版)	高等教育出版社	2002 年 8 月第 2 版
梁励芬、蒋平	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2011 年 4 月
钟锡华、陈熙谋主编	大学物理通用教程	北京大学出版社	2002 年 3 月
R. P. Olenick (美) 等	力学世界、力学以外的世界	北京大学出版社	2003 年 1 月
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005 年 6 月
张三慧主编	大学物理	清华大学出版社	1999 年 4 月第 2 版

5.4 大学物理 A:热学

一、基本信息

课程代码	PHYS120017			学分	2	周学时	2+1	
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	College Physics A: Thermology							
课程类别	文理基础课程							
先修课程	高中数学物理、微积分			后续课程	热力学与统计物理 I			
教学方式	课堂讲授			考核方式	平时作业占 20%，期中考试占 20%，期末考试占 50%，课程论文占 10%。			
课程主页								

二、教学目的和基本要求

掌握普通物理阶段热学的基本知识和基本理论,为进一步学习“热力学统计物理”等专业课程打下基础。本课程系统简明地介绍热力学定律、分子动理论、物态与相变三个部分,使学生不仅了解物质热运动的基本性质和规律以及热学研究方法,而且初步建立起具体和清晰的物理图像与概念。在物理教学中穿插介绍热学的历史发展过程,让学生从中得到科学文化的熏陶。本课程重视对学生提出问题、分析问题、解决问题和创造性思维能力的培养。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一部分 热力学定律

第1章 平衡态与温度

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 热力学第一定律

热力学过程、功及热、热力学第一定律、循环过程和卡诺循环等

第3章 热力学第二定律

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

第二部分 分子动理论

第4章 分子运动的平衡态理论

分子热运动及其统计规律、Maxwell分布律、Boltzmann分布律、能量均分定理、Brown运动等

第5章 分子运动的非平衡态理论

气体分子的平均自由程、输运过程的宏观规律与微观机理等

第三部分 物态与相变

第6章 物质的形态

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7章 相变

气液相变、固液及固气相变、单元系的相图、Clapeyron方程、相平衡条件、一级相变、二级相变等

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
秦允豪 编著	热学(第三版)	高等教育出版社	2011年1月 第3版
李椿, 章立源, 钱尚武 著	热学(第二版)	高等教育出版社	2008年6月 第2版
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005年6月

5.5 大学物理 A:电磁学

一、基本信息

课程代码	PHYS120018				学分	4	周学时	4+1
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	College Physics A: Electromagnetism							
课程类别	文理基础课程							
先修课程	高中数学物理、微积分				后续课程	电动力学		
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时作业和期中考试占总成绩的20%，期末考试占80%。		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

掌握经典电磁学的基本知识和基本理论，为进一步学习其他后续物理课程打下基础。内容主要包括：电磁学和狭义相对论。

通过课程教学以及辅助的演示实验，使学生不仅了解基本的电磁现象和规律，而且能够建立起具体和清晰的物理图像与概念。在教学中尽可能介绍经典电磁学的历史发展过程，让学生从中得到科学文化的熏陶，培养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思维及创新能力。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第1部分 静电场

库仑定律、电场线、电场强度、场强叠加、静电场的高斯定理（散度）、带电导体电荷分布、静电场的环路定理（旋度）、电势（梯度）、静电场能、导体电势（等势体、等势面）、唯一性定理

第2部分 静电场中的导体和电介质

导体和电介质、静电场中的导体、电容和电容器、电介质的极化、极化强度、有电介质存在时的静电场、静电场的边界条件、带电体系的静电能

第3部分 直流电

电流的连续方程 恒定条件、欧姆定律 焦耳定律、电源的电动势、直流电路

第4部分 恒定磁场

毕奥—萨伐尔定律、安培定律、磁场的高斯定理和安培环路定理、洛伦兹力

第5部分 磁介质

分子电流模型、顺磁质与抗磁质、磁化的规律、有磁介质存在时的磁场、铁磁质、磁场的边界条件

第6部分 电磁感应

法拉第电磁感应定律、动生电动势 感生电动势 涡旋电场、自感与互感、暂态过程

第7部分 交流电

交流电概述、交流电路中的元件、元件的串并联——矢量图、交流电路的复数解法、谐振电路、交流电的功率、变压器原理、三相交流电

第8部分 麦克斯韦电磁场理论

麦克斯韦方程、电磁波

第9部分 相对论

狭义相对论以前的力学、绝对时空观、相对性原理、电磁场理论建立后呈现的问题、爱因斯坦的假设与洛伦兹变换、相对论的时空观（时间膨胀、动尺缩短、同时的相对性）、相对论多普勒效应、相对论速度变换公式、狭义相对论中的质量、能量和动量

教材和教学参考资料:			
作者	教材名称	出版社	出版年月
贾起民, 郑永令, 陈暨耀	电磁学 (第二版)	高等教育出版社	2001 年 1 月
梁励芬、蒋平	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2011 年 4 月
钟锡华、陈熙谋主编	大学物理通用教程	北京大学出版社	2002 年 3 月
R. P. Olenick (美) 等	力学世界、力学以外的世界	北京大学出版社	2003 年 1 月
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005 年 6 月
张三慧主编	大学物理	清华大学出版社	1999 年 4 月第 2 版

5.6 大学物理 B (上)

一、基本信息

课程代码	PHYS120013			学分	4	周学时	4+1	
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	College Physics B (I)							
课程类别	文理基础课程							
先修课程	高中数学物理	后续课程	大学物理 B(下)					
教学方式	课堂讲授	考核方式	平时作业和期中考试各占总成绩的 30%，期终考试占 40%。					
课程主页	课程网络资源: 202.120.227.42 (username: daxuewuli)							

二、教学目的和基本要求

本课程使学生掌握大学物理的力学及热学基本知识和基本理论，为进一步学习其他后续物理课程打下基础。通过一些演示实验达到对物理现象、物理概念和物理规律的更具体、更生动、更清晰的理解。通过物理学的发展历程学习物理学分析解决问题的科学方法和科学态度，逐步培养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。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

力学

第1章 质点运动学

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

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

第3章 动量变化定理与动量守恒

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

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

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

质心动量定理、质点动能定理、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

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

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、简谐量的保守性与对应表示、弹性系统的受迫振动与共振

第9章 波动

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、多普勒效应与激波、介质色散 波包群速与波包展宽

第10章 流体力学

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1章 热力学系统的平衡态及状态方程

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2章 热平衡态的统计分布律

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3章 热力学第一定律

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4章 热力学第二定律

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

第5章 单元系的相变与复相平衡

相、相变及相平衡的概念、一些常见相变、单元系的复相平衡

教材和教学参考资料:			
作者	教材名称	出版社	出版年月
钟锡华、陈熙谋主编	大学物理通用教程 (第二版)	北京大学出版社	2011年5月
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005年6月
郑永令, 贾起民, 方小敏	力学(第二版)	高等教育出版社	2002年8月第2版
贾起民, 郑永令, 陈暨耀	电磁学(第二版)	高等教育出版社	2001年1月
赵凯华, 钟锡华	光学	北京大学出版社	1984年1月
杨福家著	原子物理学(第三版)	高等教育出版社	2000年7月
梁励芬、蒋平 编著	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2011年4月第3版

5.7 大学物理 B (下)

一、基本信息

课程代码	PHYS120014		学分	4	周学时	4+1
开课时间	一年级		二年级		三年级	
	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名称	College Physics B (II)					
课程类别	文理基础课程					
先修课程	高中数学物理		后续课程			
教学方式	课堂讲授		考核方式		平时作业和期中考试各占总成绩的30%，期末考试占40%。	
课程主页	课程网络资源: 202.120.227.42 (username: daxuewuli)					

二、教学目的和基本要求

教学目的:

通过本课程的学习,掌握物理学的基本知识和基本理论,为进一步学习其他物理课程打下基础。

内容包括:普通物理的基本知识。经典物理的力学、热学、电磁学、波动学与光学和近代量子物理的基本规律。

要求学生全面理解普通物理的基础知识,掌握自然界已成熟的自然规律。通过一些演示实验达到对物理现象、物理规律和物理概念更具体、更生动、更清晰的理解。从其发展过程,学习物理学分析问题的方法和科学态度,逐步培养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。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

电磁学

第1章 静电场

库仑定律、电场 电场强度 场强叠加、静电场的高斯定理、静电场的环路定理、电势、静电场的基本微分方程

第2章 静电场中的导体和电介质

导体和电介质、静电场中的导体、电容和电容器、电介质的极化、有电介质存在时的静电场、静电场的边界条件、带电体系的静电能

第3章 直流电

电流的连续方程 恒定条件、欧姆定律 焦耳定律、电源的电动势、直流电路

第4章 恒定磁场

毕奥—萨伐尔定律、磁场的高斯定理和安培环路定理、洛伦兹力

第5章 磁介质

分子电流模型、顺磁质与抗磁质、磁化的规律、有磁介质存在时的磁场、铁磁质、磁场的边界条件

第6章 电磁感应

法拉第电磁感应定律、动生电动势 感生电动势 涡旋电场、自感与互感、暂态过程

第7章 交流电(选讲)

交流电概述、交流电路中的元件、元件的串并联——矢量图、交流电路的复数解法、谐振电路、交流电的功率、变压器原理、三相交流电

第8章 麦克斯韦电磁场理论

麦克斯韦方程、电磁波

光学

第1章 光学导言

光学发展简史、光波的描述、费马原理

第2章 光在各向异性介质界面上的反射和折射

菲涅尔反射折射公式、反射率和透射率

第3章 光的干涉

光波的叠加和干涉、杨氏干涉实验、等倾干涉、等厚干涉、薄膜干涉应用举例

第4章 光的衍射

衍射现象、惠更斯—菲涅尔原理、夫琅禾费单缝衍射、夫琅禾费圆孔衍射和光学仪器的分辨本领、衍射光栅

第5章 光的偏振和光在晶体中的传播

光的横波性和光的五种偏振态、起偏振器与检偏振器 马吕斯定律、双折射现象、偏振棱镜、波

片和补偿器、偏振光的干涉
第 6 章 光的吸收、色散和散射
 光的吸收、光的色散、光的散射

近代物理

第 1 章 相对论

狭义相对论以前的力学和时空观、电磁场理论建立后呈现的新局面、爱因斯坦的假设与洛伦兹变换、相对论的时空观、相对论多普勒效应、相对论速度变换公式、狭义相对论中的质量、能量和动量

第 2 章 前期量子论

黑体辐射和普朗克的量子假设、光电效应和爱因斯坦的光子理论、康普顿效应、玻尔的氢原子理论

第 3 章 量子力学基础

微观粒子的波动性、波粒二象性分析、不确定关系、波函数和概率幅、薛定谔方程及其应用

第 4 章 原子和分子

氢原子的量子力学结果、电子自旋和泡利原理、激光原理

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
钟锡华、陈熙谋主编	大学物理通用教程 (第二版)	北京大学出版社	2011 年 5 月
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005 年 6 月
郑永令, 贾起民, 方小敏	力学 (第二版)	高等教育出版社	2002 年 8 月第 2 版
贾起民, 郑永令, 陈暨耀	电磁学 (第二版)	高等教育出版社	2001 年 1 月
赵凯华, 钟锡华	光学	北京大学出版社	1984 年 1 月
杨福家著	原子物理学 (第三版)	高等教育出版社	2000 年 7 月
梁励芬、蒋平 编著	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2011 年 4 月第 3 版

5.8 大学物理实验 I

一、基本信息

课程代码	PHYS120019			学分	2		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	College Physics Laboratory I								

课程类别	专业基础课		
先修课程	高中物理	后续课程	大学物理实验 II、III
教学方式	理论指导+实验操作	考核方式	平时成绩(70%)+期末笔试(30%)
课程主页	http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:platform		

二、教学目的和基本要求

围绕构建知识这一核心目标,把培养学生物理建模、设计实验、实验技能、数据分析和可视化、物理交流这几方面能力融入在各个实验要求里。通过本课程的学习,学生可以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,学会“像科学家一样思考”,并能较自信地参与实验探究。

基本要求:

1. 掌握物理实验中基本长度测量、基本电学量测量的仪器使用。
2. 掌握基本实验技能,包括电路调节、实验数据采集、运动视频分析等
3. 掌握基本实验方法,通过实验加深对一些重要物理规律的认识和理解。
4. 学会做实验记录和实验数据处理,并撰写实验报告。
5. 可以对实验结果不确定度进行评定以及分析和估算其来源。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

所选实验项目对标一年级物理学专业理论课程(以力学、电磁学和现代测量技术为主),实验分为四个模块,每个模块三个独立实验或者一个逐步进阶的三周时间可以完成的综合实验。内容设计上有一定比例的创新性、高阶性和挑战度的实验项目,激发学生的学习热情。

教学内容安排:

实验课程共计 16 周,含考试周

第 1 周:绪论 1

第 2 周:绪论 2

第 3-14 周:12 次实验

第 15 周:答疑

第 16 周:期末考试。

实验共四个模块,学生做完一个模块,轮转到下一模块实验,直至完成四个模块的所有实验项目。

实验内容:

第一模块:力学综合

用单摆测量重力加速度(用 tracker 做摆球运动分析)

大角度摆、耦合摆的研究

韦氏摆的研究

第二模块：现代测量技术

基于传统的落球法测量液体黏滞系数实验装置，对测量装置进行改进，利用 Arduino 和 LabView 进行数据采集。

第三模块：示波器使用及交流电路

数字示波器的使用

LCR 串联谐振电路(谐振曲线以及相频曲线测量)

RC 电路时间常数的测量以及高通、低通滤波

第四模块：电桥及其应用

用开尔文电桥测量小电阻

非平衡电桥的应用-压力传感器特性研究及制作电子天平

非平衡电桥的应用-温度传感器特性研究及制作数字温度计

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
沈元华等	基础物理实验	高等教育出版社	2003 年 12 月
教学团队	基础物理实验补充讲义		每学期根据教学情况更新

5.9 普通物理 B

一、基本信息

课程代码	PHYS120003				学分	3	周学时	4
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	General Physics B							
课程类别	文理基础课程							
先修课程	中学物理				后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式	闭卷考试。期中、期末各一次。		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

通过本课程教学，使学生掌握并运用普通物理学的基本概念和规律，了解常用物理学技术及其医学应用。帮助学生提高自学能力及分析解决问题的能力，培养学生科学的思维方法和创新意识，协调学生在知识、能力及素质各方面均衡发展。为后续课程的教学打下良好的基础。

学生应掌握并熟练运用力学、电磁学、光学各篇中的基本定律和定理，掌握激光、X射线、核磁共振的基本原理；理解各篇中的基本理论和概念；能对一般的物理问题做出正确的分析、判断和解答；了解若干物理学技术及其医学应用。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一周：绪论、运动学（运动的描述、曲线运动、）
 第二周：相对运动、动力学（牛顿第二定律、动量、动量定理、动量守恒定律）
 第三周：动力学（角动量、转动惯量、转动定律、角动量定理、角动量守恒定律）
 第四周：功和能（变力的功、力矩的功和功率、保守力的功、势能、动能定理）
 第五周：功能原理、机械能守恒定律、碰撞、习题讲解
 第六周：流体力学（连续性原理、伯努利方程及其应用）
 第七周：流体力学（牛顿粘滞定律、泊肃叶公式）、习题讲解
 第八周：期中考试、静电场（电场强度、场强叠加原理）
 第九周：静电场与稳恒电流（电通量、高斯定理及应用、静电场环路定理、电势、电势差、场强与电势的关系、稳恒电流、基尔霍夫定律）
 第十周：磁场（磁场的高斯定理、磁场对电流的作用、磁矩）
 第十一周：磁场（毕奥萨伐尔定律、安培环路定理、带电粒子在磁场中的运动）习题讲解
 第十二周：电磁感应（电磁感应定律、动生电动势）
 第十三周：电磁感应（感生电动势、自感和互感）、电磁场
 第十四周：简谐振动、振动的合成、机械波的产生与传播
 第十五周：波的干涉、驻波、多普勒效应、超声及医学应用、习题讲解
 第十六周：光的干涉、光的衍射、光的偏振
 第十七周：激光、X射线、核磁共振

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
梁励芬等	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2004.8
程守洙等	物理学（上、中、下）	高等教育出版社	2003.5
王鸿儒	物理学	人民卫生出版社	1999

5.10 普通化学 A(上)

一、基本信息

课程代码	CHEM120005	学分	2	周学时	2
------	------------	----	---	-----	---

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	General Chemistry A I							
课程类别	基础课程							
先修课程	高中化学			后续课程	元素化学, 无机化学			
教学方式	课堂教学			考核方式	作业等 (10%) + 期中考试 (20%) + 期末考试 (70%)			
课程主页								

二、教学目的和基本要求

本课程是理科和医科本科学生的一门重要基础课程, 主要内容包括: 气体和液体的基本定律、原子核外电子结构、分子结构、晶体结构、热化学和化学反应方向、化学反应速率、化学平衡 (包括水溶液中的离子平衡、氧化还原反应等) 及其在容量分析中的应用、常见元素及化合物的基本性质等。通过本课程的学习, 要求学生掌握基本的化学概念和化学原理, 并运用所学化学原理解决一些化学问题, 培养化学中思考问题的科学思维能力, 为后续化学课程的学习奠定良好的基础。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

绪论

1. 什么是化学
2. 化学是一门中心的、实用的、创造性的科学
3. 未来化学的作用和地位
4. 化学的分支学科

第一章 物质的聚集状态

一、气体

1. 理想气体状态方程
2. 道尔顿分压定律
3. 实际气体 范德华方程

二、液体

1. 气体的液化 临界温度
2. 液体的蒸发 克拉佩龙-克劳修斯方程
3. 凝固和熔化
4. 升华和凝华
5. 相图;相律

三、溶液

1. 浓度的表示方法
2. 溶解度
 - 2.1. 固体在液体中的溶解度
 - 2.2. 气体在液体中的溶解度 亨利定律
3. 非电解质稀溶液的依数性 蒸气压下降, 沸点上升, 凝固点下降, 渗透压
4. 电解质稀溶液的依数性 范特霍夫因子
5. 两种挥发性液体的理想溶液 拉乌尔定律

四、固体和晶体结构

1. 密堆积、六方密堆积、立方密堆积、空间利用率、金属晶体

2. 晶胞、点阵、晶系、晶格、晶胞参数

3. 离子晶体
正负离子半径比与配位数, MX和MX₂型离子化合物

4. 共价晶体

5. 分子晶体

第二章原子的电子结构

1. 氢原子光谱与玻尔理论
轨道半径, 轨道能量

2. 微观粒子的特性和运动规律
德布罗依关系式, 不确定性原理

3. 氢原子的量子力学模型
薛定谔方程, 径函数, 角函数, 四个量子数(n, l, m, m_s), 电子云的空间分布

4. 多电子原子的结构与周期律
中心场近似, 屏蔽效应, 斯莱特规则, 穿透作用, 基态电子构型

5. 元素基本性质的周期变化规律
原子半径, 电离能, 电子亲和能, 电负性

第三章化学键和分子结构

1. 共价键
经典Lewis学说, 八隅体规则, 价键理论, σ键和π键, 杂化轨道理论

2. 价层电子对互斥理论
分子的空间结构, 价层电子对排斥规则

3. 分子轨道理论
原子轨道线性组合的类型, 原子轨道线性组合的原则, 分子基态电子构型, 键级

4. 离子键
晶格能, 离子的特性

5. 分子的极性

6. 分子间作用力和氢键
取向力, 诱导力, 色散力

第四章化学热力学初步

一、热力学第一定律

1. 基本概念
体系与环境, 状态函数, 过程和途径, 内能, 热和功

2. 热力学第一定律

3. 可逆过程和最大功
体积功的计算

二、热化学

1. 焓和焓变

2. 热化学方程式和盖斯定律

3. 反应焓变(ΔH°)的求算
标准生成焓, 标准燃烧焓, 键焓

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
华彤文、陈景祖等	普通化学原理 (第3版)	北京大学出版社	2005年
申泮文主编	近代化学导论 (上、下册)	高等教育出版社	2002
Peter Atkins, Loretta	Chemical Principles (Second Edition)	W. H. Freeman and Company	2001

Jones,			
P. H. Pettrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring,	General Chemistry – Principles and Modern Applications (Eighth Edition)	Prentice Hall	2002

5.11 普通化学 A(下)

一、基本信息

课程代码	CHEM120006				学分	2		周学时	2
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	General Chemistry A II								
课程类别	文理基础课程								
先修课程	高中化学				后续课程	元素化学, 无机化学			
教学方式	课堂教学为主, 科学讲座为辅				考核方式	作业等 (10%) + 期中考试 (20%) + 期末考试 (70%)			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

本课程是理科和医科本科学生的一门重要基础课程, 主要内容包括: 气体和液体的基本定律、原子核外电子结构、分子结构、晶体结构、热化学和化学反应方向、化学反应速率、化学平衡 (包括水溶液中的离子平衡、氧化还原反应等) 及其在容量分析中的应用、常见元素及化合物的基本性质等。通过本课程的学习, 要求学生掌握基本的化学概念和化学原理, 并运用所学化学原理解决一些化学问题, 培养化学中思考问题的科学思维能力, 为后续化学课程的学习奠定良好的基础。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

第四章 化学热力学初步
 三、熵和熵变
 1. 熵
 影响物质熵值大小的因素
 2. 熵变
 几种熵变的计算
 四、自由能和自由能的变化
 1. 体系自发变化方向的判据

2. 化学反应的自由能变化
3. 温度对化学反应自由能变化的影响
4. 非标准状态下 ΔG 的计算
第五章化学平衡通论
1. 可逆反应与化学平衡
化学平衡的特征
2. 平衡常数 实验平衡常数与热力学平衡常数, 气相反应, 气固相反应, 溶液反应
3. 平衡常数和自由能的变化
4. 多重平衡
5. 影响化学平衡的因素 勒夏忒列原理
6. 气相反应的化学平衡计算
第六章化学动力学简介
1. 反应速率和速率定律, 微分速率定律, 积分速率定律, 零级反应, 一级反应, 二级反应
2. 温度对化学反应速率的影响, 阿累尼乌斯公式
3. 反应机理, 基元反应, 速率决定步骤, 稳态近似
第七章酸碱平衡
1. 酸碱理论
酸碱质子理论, 共轭酸碱对
2. 水的自解离平衡
3. 强酸和强碱的水溶液
4. 酸碱在水溶液中的相对强度, 弱酸的解离常数, 弱碱的解离常数
5. 弱酸弱碱的电离平衡, 一元弱酸, 一元弱碱, 多元弱酸, 多元弱碱, 酸式盐, 氨基酸及其等电点
6. 酸碱电离平衡的移动与缓冲溶液, 同离子效应, 酸碱指示剂
7. 酸碱滴定, 一元弱酸的中和, 一元弱碱的中和, 多元弱酸的中和, 多元弱碱的中和
第八章沉淀-溶解平衡
1. 溶度积
2. 溶度积与溶解度的关系
3. 溶解与沉淀过程的判断
4. 影响沉淀-溶解平衡的因素, 同离子效应, 盐效应, 酸效应
5. 沉淀的溶解与抑制
6. 离子的选择性沉淀, 沉淀的转化
第九章配位化合物和配位平衡
1. 配位化学的基础知识
维尔纳配位理论的建立, 配位化合物的组成、类型、命名, 异构体
2. 配位平衡及平衡常数
3. 综合平衡
配位平衡和酸碱平衡, 配位平衡和沉淀平衡, 晶体场理论
第十章氧化还原反应与电化学
一、氧化还原反应
1. 元素的氧化数
2. 离子-电子法配平氧化还原方程式
二、原电池
1. 电极的类型、电极符号和电池符号

2. 电池的电动势和电极电势
- 三、氧化还原反应方向及其平衡
1. 电池电势与自由能变化的关系
- 法拉第定律
2. 能斯特方程
3. 影响电极电势的因素
- 浓度，酸度，形成沉淀，形成配离子
4. 氧化还原平衡计算
- 四、元素电势图
- 莱铁默图
- 五、氧化还原反应的应用
- 第十一章元素化学
1. s区元素
2. p区元素
3. d区元素
4. f区元素

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
华彤文、陈景祖等	普通化学原理（第3版）	北京大学出版社	2005
Peter Atkins, Loretta Jones,	Chemical Principles (Second Edition)	W. H. Freeman and Company	2001
P. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring,	General Chemistry – Principles and Modern Applications (Eighth Edition)	Prentice Hall	2002
申泮文主编	近代化学导论（上、下册）	高等教育出版社	2002

5.12 普通化学实验 I

一、基本信息

课程代码	CHEM12009				学分	1		周学时	1	
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	General Chemistry Experiments I									
课程类别	文理基础课程									
先修课程	普通化学				后续课程					

教学方式	实验室实验为主	考核方式	每个实验分别考核
课程主页			

二、教学目的和基本要求

《普通化学实验》作为理科平台、医科平台的基础课程，涵盖了无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等各个二级学科的知识基本实验知识和技能，面向复旦全体理科、医科学生开设。通过《普通化学实验》让学生了解：从化学实验中获得哪些信息及如何通过实验方法获得这些信息；引导学生领略化学学科尤其是化学实验的基本面貌、基本特点；培养学生的科学思维和实验技能，为学生打下化学实验基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

- 一、利用废铝罐制备明矾
 1. 化学实验的基本操作
 2. 称量
 3. 加热
 4. 溶解
 5. 过滤
 6. 蒸发
 7. 结晶
- 二、退热镇痛药阿司匹林的制备
 1. 化学实验的基本操作简单有机物制备
 2. 回流装置
 3. 重结晶
 4. 水浴加热
 5. 酚显色反应
- 三、缓冲溶液的性质
 1. pH计的测量使用
 2. 缓冲溶液
 3. 缓冲容量
 4. pH计的标准缓冲溶液校正
- 四、反应速率和速率常数的测定
 1. 反应速率
 2. 反应速率常数
 3. 反应级数
 4. 活化能
 5. 磁力搅拌器使用
 6. 实验结果的列表和作图
 7. 数据处理
- 五、吸光光度法测定铁——分光光度测定技术的应用
 1. 比尔定律
 2. 分光光度计的测量使用

3. 比色皿使用
 4. 移液管、容量瓶使用
 5. 作图和数据处理
- 六、过氧化钙的制备和含量分析
1. 简单无机物制备
 2. 量气装置的搭建和使用
 3. 过氧化钙含量计算

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
沈建中	《普通化学实验》	复旦大学出版社	2006.2
金若水	《普通化学原理》	高等教育出版社	2003.8

5.13 现代生物科学导论 A

一、基本信息

课程代码	BIOL120002		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 Life Sciences							
课程类别	大类基础课							
预修课程	高中生物学		后续课程					
教学方式	课堂讲授、参观、讨论		考核方式		平时成绩 40%，期末闭卷考试 60%，			
课程主页	lifesciences.fudan.edu.cn							

二、教学目的和基本要求

教学目的:

通过课程学习,充分发挥学生的主体性和主动性,引导学生认识生命的基本特征,对于生命的化学基础、细胞结构与功能、生命新陈代谢、遗传与变异、生物多样性、生命起源与演化,动植物的结构、功能与发育与活动组成,生物与环境等各领域的科学理论及其应用有系统的了解,培养学生从事生命科学的思维灵活性和洞察能力,使教学过程成为学生不断认识、追求探索和完善自身的过程。

基本要求:

1. 掌握教学大纲要求的内容,重点掌握其知识点; 2. 理论联系实际,能够运用生命科学理论知识,解释或解决生活中的生命科学现象以及相关问题; 3. 做好课前预习,课堂学习和课后的生活现象的理论联系实际。

三、课程基本内容

<p>1. 绪论：现代生命科学揭示的生命世界 生物学是研究生命的科学，生物科学与研究方法，如何从事科学研究，生命科学的四大主题，生命科学的前沿热点</p> <p>2. 生命的化学基础 生命的元素和分子，水和无机盐，碳和有机分子多样性，生物大分子（多糖的结构与功能、脂类分子、蛋白质、核酸）</p> <p>3. 细胞学 细胞的结构与功能，细胞周期，有丝分裂/M 期，细胞的分化衰老与死亡，脱离正常轨道的细胞——癌细胞</p> <p>4. 代谢 新陈代谢，能量分子 ATP，酶与代谢（能障，活化能），代谢的调控，呼吸作用，糖酵解与三羧酸循环，氧化磷酸化，光合磷酸化（光反应），光合作用（暗反应与 C4/C3）</p> <p>5. 遗传学 遗传的细胞学基础—减数分裂，遗传规律—经典遗传学，染色体遗传学，遗传的分子基础，中心法则——遗传信息流，基因表达调控，基因工程与生物技术，人类基因组计划（HGP），发育的细胞机制</p> <p>6. 生命的起源和进化 地球生命的起源，进化论的起源，进化理论，人类的起源与进化</p> <p>7. 生物多样性 生物多样性的概念及生物多样性丧失的原因，命名法和五界系统，微生物中的病毒，原核和原生生物，真菌</p> <p>8. 植物的结构、功能与发育 植物的组织，植物营养器官的基本结构与功能，植物生殖器官的基本结构和功能</p> <p>9. 动物的结构、功能与发育 动物体的结构与功能相适应是动物体的普遍现象，动物结构和功能的适应性（以神经系统为例），动物的生殖方式、动物的个体发生和发育，人的个体发生和发育，性别决定</p> <p>10. 生物与环境 生态学概念，环境与生态因子，生物行为与行为生态学，种群生态学，群落生态学，生态系统生态学</p>

5.14 现代生物科学实验

一、基本信息

课程代码	BIOL120005				学分	1		周学时	2	
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	Morden Life Sciences Lab									
课程类别	大类基础课									
预修课程					后续课程					

教学方式	实验操作	考核方式	考查
课程主页			

二、教学目的和基本要求

本课程是面向自然科学实验班的学生开设的文理基础课，目的是让学生学习和了解生物界动、植物、微生物的生物类群，现代生物学的一些基本实验技术和原理，增强实验操作能力，掌握基本的生物学实验技能。

三、课程基本内容

实验一 ABO 血型的鉴定和血涂片的观察

学习掌握显微镜的使用方法，血型的测定、主要血细胞形态的观察

实验二 花的形态多样性观察及典型结构解剖

通过学习解剖花结构的技术方法，了解花的形态多样性、花的典型构造

实验三 醋酸纤维薄膜电泳—血清蛋白分析

电泳是最基本的生物学实验方法，本实验学习并动手完成电泳操作

实验四 人类性别决定基因（SRY）的遗传分析遗传

使用 PCR 扩增的方法，对人的亲缘关系进行遗传分析的方法

实验五 细胞骨架的染色观察

使用光学显微镜，观察植物细胞骨架，认识细胞骨架的形态

实验六 酸奶的制作和乳酸菌个体形态观察

学习使用乳酸菌制作酸奶，掌握细菌染色的原理和操作过程，利用显微镜，观察乳酸菌的个体形态

实验七 人体感觉生理

使用生理学的实验方法，了解实验者的视觉、味觉、嗅觉和触觉

说明：大类基础课程周学时中‘+1’表示有习题课。

第 6 章 课程简介:专业核心教育课程

6.1 线性代数

一、基本信息

课程代码	PHYS130120				学分	3	周学时	3+1
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	Linear Algebra							
课程类别	专业必修课							
先修课程	高等数学(掌握行列式概念)				后续课程	群论,量子力学		
教学方式	课堂讲授(多媒体辅助)				考核方式	平时作业及闭卷笔试。		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

线性代数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。随着科学技术的迅速发展和计算能力的不断提高,解大型线性方程组、快速求解矩阵的特征值与特征向量等已经成为科技人员常遇到的课题,线性代数理论已成为科学计算中不可缺少的一门知识。通过本课程的学习,使学生获得常用的矩阵方法、线性方程组等理论及其有关基本知识,并具有熟练的矩阵运算能力和用矩阵方法解决一些实际问题的能力,从而为学习后继《量子力学》课程奠定必要的数学基础。

基本要求:

- (1) 掌握线性代数的基本知识和基本理论,深刻理解线性方程组解的结构、线性变换的特征子空间和二次型理论。
- (2) 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。
- (3) 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。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

课程基本内容:

1. 线性方程组与矩阵,线性空间与线性变换;
2. 矩阵(变换)的特征值与特征向量,内积空间,二次型理论;

教学内容安排:

第一周:向量,矩阵。矩阵的运算,分块矩阵的运算。

第二周:n阶行列式的定义,行列式的性质,行列式的计算。

第三周:向量组的秩,矩阵的秩;逆矩阵的定义,用初等变换求逆矩阵。

第四周:齐次线性方程组,非齐次线性方程组,Cramer 法则。

第五周: Gauss 消去法和 Jacobi 迭代法。
 第六周: 向量空间、有限维向量空间。
 第七、八周: 线性映射及其矩阵表示, 包括零空间、像空间、商空间、对偶空间、对偶映射及其矩阵。
 第九周: 多项式, 期中测验。
 第十周: 线性变换与矩阵的特征值、特征向量、不变子空间。
 第十一周: 线性变换的 Cayley-Hamilton 定理、特征多项式、和最小多项式。
 第十二周: 内积空间、正交基、和 Cauchy - Schwarz 不等式。
 第十三周: 内积空间上的算子, 包括等度规 (保积) 变换, 映射的伴随、自伴随算子、正规算子和谱分解定理。
 第十四周: 复 (实) 向量空间上的算符, 包括正定算符、正定算符的方根、极分解、奇异值分解。
 第十五周: 二次型与实对称矩阵, 化二次型为标准形的几种方法。
 第十六周: 惯性定理, 正定二次型和对称正定矩阵, 负定二次型和对称负定矩阵。

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
金路、童裕孙、於崇华、张万国	高等数学 (上) 第五版	高等教育出版社	2020.6

6.2 概率论与数理统计

一、基本信息

课程代码	PHYS130119			学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级	三年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春	秋
课程英文名称	Probability Theory and Mathematical Statistics						
课程类别	专业必修课						
先修课程	高等数学(掌握行列式概念)			后续课程	群论,量子力学		
教学方式	课堂讲授(多媒体辅助)			考核方式	平时作业及闭卷笔试。		
课程主页							

二、教学目的和基本要求

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。

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。

基本要求：

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

课程基本内容：

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、单维和多维随机变量的分布和数字特征、极限定理的基本概念及应用。

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。

教学内容安排：

- 第一周 准备知识，概率论的基本概念
- 第二周 离散型随机变量及分布律
- 第三周 连续型随机变量及函数的分布；
- 第四周 多维随机变量及其分布
- 第五周 数学期望和方差；
- 第六周 协方差、相关系数、
- 第七周 矩和协方差矩阵；
- 第八周 大数定律及中心极限定理；
- 第九周 随机样本；直方图和箱线图
- 第十周 三大抽样分布定理；
- 十一周 点估计、估计量的评选标准；
- 十二周 区间估计、置信区间；
- 十三周 假设检验、正态总体均值和方差的假设检验；
- 十四周 单因素试验的方差分析；
- 十五周 一元线性回归；
- 十六周 随机过程简介

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
金路、童裕孙、於崇华、张万国	高等数学（下）第五版	高等教育出版社	2020.6
盛骤、谢式千、潘承毅	概率论与数理统计	高等教育出版社	2020.141

6.3 大学物理 A：光学

一、基本信息

课程代码	PHYS130092				学分	3	周学时	3+1
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	College Physics A: Optics							
课程类别	专业必修课程							
先修课程	高等数学				后续课程	电动力学		
教学方式	课堂讲授+讨论				考核方式	期中、期末考试，作业，小测验		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

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，初步具备分析和解决光学问题的能力。课程重视培养学生的物理思维和创新精神。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

- 1、光和光的传播
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。
- 2、几何光学成像
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
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。
- 4、衍射
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；单缝夫朗禾费衍射和矩空衍射，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
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。
- 6、光和物质相互作用、光的量子性
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。

教材和教学参考资料:			
作者	教材名称	出版社	出版年月
赵凯华	新概念物理教程 光学	高等教育出版社	2004
E. Hecht	Optics, 改编版	高等教育出版社	2004

6.4 大学物理 A:原子物理

一、基本信息

课程代码	PHYS130093				学分	3		周学时	3+1	
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	College Physics A: Atomic Physics									
课程类别	专业必修课程									
先修课程	高等数学				后续课程	量子力学				
教学方式	课堂讲授, 习题课, 讨论课				考核方式	课外书面练习(包括小论文等)、期中和期末笔试				
课程主页										

二、教学目的和基本要求

使学生建立对量子世界的初步认识, 理解不确定性原理并掌握其应用, 理解波粒二象性并了解其呈现方式。掌握原子内部的结构, 从微观层面上掌握原子能级的形成规律, 掌握单电子(外层)原子和多电子原子的基态识别方法。掌握电磁波(如光波, 微波, X射线等)和原子(或其他微观粒子如电子, 质子, 中子等)相互作用时的能量和动量守恒规律及其广泛应用。掌握原子在磁场中的能级和光谱变化规律。了解原子核的内部结构, 掌握穆斯堡尔光谱的特点。

希望本课程能增强学生的物理思维能力, 养成寻找物理图像的习惯, 激发对物理学前沿研究的兴趣。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

基本内容包括量子物理初步，原子和原子核物理。

- 第一周 原子的卢瑟福模型和玻尔模型
- 第二周 黑体辐射与普朗克量子假说、光电效应与爱因斯坦光子假说、康普顿效应
- 第三周 光的波粒二象性以及当代物理实验相应的探讨研究
- 第四周 德布罗意波假说与实验验证
- 第五周 不确定关系、波函数与薛定谔方程
- 第六周 势垒隧穿及其应用、势阱内的束缚电子
- 第七周 原子核式模型与玻尔氢原子理论
- 第八周 氢原子的能级和波函数
- 第九周 轨道角动量、电子自旋、原子的内层结构
- 第十周 原子的电子壳层结构和元素周期律
- 第十一周 原子磁性、磁共振、精细结构、塞曼效应
- 第十二周 精细结构、塞曼效应实验
- 第十三周 多电子原子
- 第十四周 X 射线及其应用
- 第十五周 核的组成和基本性质、放射性衰变、核力、核结构模型、核反应、粒子物理简介
- 第十六周 原子物理新进展

讨论课内容：

- 1.关于光的波粒二象性的前沿研究， which path experiment
- 2.光偏振态的庞加莱球和原子态的布拉克球，量子叠加态的理解
- 3.光和原子谐振的概念，与电路中的谐振，以及光腔中谐振的共性
- 4.精密光谱技术，拉姆齐光谱技术原理，自旋回波
- 5.磁光双共振光谱技术
- 6.光和原子相互作用中的动量和能量守恒，激光冷却原
- 7.核磁共振原理和 MRI 成像技术

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
杨福家	原子物理学（第四版）	高等教育出版社	2000 年年
Christopher J. Foot	Atomic Physics	Oxford university press	2005 年
Dmitry Budker, Derek Kimball, and David DeMille	Atomic physics (An exploration through problems and solutions) 2 nd edition	Oxford university press	2008 年
赵凯华	新概念物理教程（光学）	高等教育出版社	2004 年
钟锡华等	大学物理通用教程 光学·近代物理	北京大学出版社	2002 年

6.5 经典力学

一、基本信息

课程代码	PHYS130003				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	Classical Mechanics								
课程类别	专业必修课								
先修课程	高等数学, 大学物理				后续课程	量子力学			
教学方式	课堂讲授, 讨论				考核方式	课外书面练习(包括小论文等)、期中和期末笔试			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

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, 了解其前沿动态(非线性系统与混沌), 为后继理论物理课程的学习与未来科研奠定坚实的理论基础。

熟练掌握经典力学的基本概念、原理与理论方法, 并能综合运用所学知识处理具体力学问题和进行相关力学理论的深入学习。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一周	引言, 运动学, 曲线坐标系中的速度、加速度表述
第二周	牛顿运动定律, 相对性原理, 质点系运动定理与守恒定律
第三周	约束, 广义坐标, 虚位移, 虚功原理
第四周	达朗贝尔原理, 理想完整系的拉格朗日方程
第五周	拉格朗日乘子法, 广义势与电磁场中的带电粒子, 对称性与守恒定律
第六周	相空间, 勒让德变换, 哈密顿函数与正则方程
第七周	变分问题与欧勒方程
第八周	哈密顿原理, 其他形式的力学变分原理
第九周	正则变换, 哈密顿—雅可比理论, 泊松括号
第十周	两体问题约化, 中心力场中粒子的运动, 有效势能
第十一周	距离反比势场, 行星轨道, 粒子散射
第十二周	平衡位形附近的微振动近似, 微振动解
第十三周	简正坐标, 简正振动模式, 分子振动
第十四周	刚体运动学, 动力学方程, 转动惯量张量
第十五周	欧勒动力学方程, 刚体自由转动, 拉格朗日陀螺
第十六周	非线性力学、混沌或场的分析力学表述

教材和教学参考资料:			
作者	教材名称	出版社	出版年月
梁昆淼等	理论力学（第四版）	高等教育出版社	2009 年
金尚年等	理论力学	高等教育出版社	2002 年
Goldstein	Classical Mechanics（3rd ed.）	高等教育出版社	2002 年

6.6 大学物理实验 II

一、基本信息

课程代码	PHYS130125		学分	2	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级	
	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名称	College Physics Laboratory II					
课程类别	专业必修课					
先修课程	大学物理实验 I		后续课程	大学物理实验 III		
教学方式	初期为理论课，之后实验为主，		考核方式	每个实验满分 10 分，共 120 分，期末考试成绩按满分 30 分折算，合计 150 分。最后根据总分，评定学生等级。		
课程主页	http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:common					

二、教学目的和基本要求

教学目标:

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，学会撰写符合期刊投稿要求的实验报告。
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。

基本要求:

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. 可以对实验结果不确定度进行评定以及分析和估算其来源。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

大学物理实验 II 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、以及热学、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。

教学内容安排:

实验课程共计 16 周, 含考试周

第 1 周: 绪论课;

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);

第 9-14 周: 做六次实验 (6 个必做实验, 每个实验 3 学时);

第 15 周: 答疑;

第 16 周: 期末考试。

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。

实验内容:

第一循环

弗兰克赫兹实验

塞曼效应

密立根油滴

第二循环

光的衍射

光的干涉

光的偏振			
第三循环			
液氮比汽化热			
PN 结的温度特性			
玻璃的折射率温度系数测量			
第四循环			
透镜像差的观察与测量			
光电效应			
热电效应			
教材和教学参考资料:			
作者	教材名称	出版社	出版年月
	自编教材		

6.7 数学物理方法 A

一、基本信息

课程代码	PHYS130006				学分	4		周学时	4+1	
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	Methods of Mathematical Physics A									
课程类别	专业必修课程									
先修课程	高等数学				后续课程	量子力学、电动力学				
教学方式	课堂讲授, 习题课, 讨论课				考核方式	每章交一次作业, 习题老师登记作为平时成绩 (占 20%)。期末考试闭卷笔试, 占总成绩 80%。不安排期中考试。				
课程主页										

二、教学目的和基本要求

帮助学生掌握、运用复变函数和数学物理方程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，为学习物理系基础理论课量子力学、统计物理和电动力学等打好数学基础。

本课程由复变函数和数学物理方程两部分构成，是量子力学、电动力学、统计物理、固体理论等物理学理论的数学基础。

学生应理解复变函数和数学物理方程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、将具体的物理问题抽象成具有合适边界条件的数学方程、符号运算及数值运算等方面的能力。特别是能用留数定理计算积分，用分离变量法解偏微分方程等。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

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，多值函数及其支点，黎曼面，解析函数的几何性质，保角变换，解析函数的物理解释，复势，习题课。

第二周 复变函数积分，柯西定理，不定积分，柯西公式及其推论，泊松积分公式，习题课。

第三周 复变函数级数和解析函数级数，幂级数的收敛性和收敛圆，解析函数的泰勒级数展开。

第四周 解析函数的洛朗级数展开，级数展开的常用方法，孤立奇点，习题课。

第五周 解析延拓，解析函数的唯一性，用泰勒级数进行解析延拓，利用函数关系式进行解析延拓，Gamma 函数，B 函数，习题课。

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，积分主值）。

第七周 多值函数积分，菲涅耳积分，delta 函数，傅里叶级数，傅里叶变换，习题课。

第八周 常点邻域方程的级数解，勒让德方程。正则奇点邻域方程的级数解，柱贝塞尔方程（ $m=0$ 公式不推导）。

第九周 高斯方程和超几何函数，库默尔方程和合流超几何函数。齐次方程和非齐次方程的通解。习题课。

第十周 方程的导出，二阶线性偏微分方程的分类和简化。

第十一周 定解问题（初始条件，边界条件），线性方程的叠加原理。习题课。

第十二周 一维无界区域和半无界区域的自由振动，分离变量法解一维有界区域的自由振动。

第十三周 非齐次边界条件的齐次化，本征函数法，施图姆刘维尔本征值问题。习题课。

第十四周 正交曲线坐标系，球坐标下的分离变量法，轴对称问题：勒让德多项式。

第十五周 非轴对称问题：球谐函数，习题讲解。

第十六周 柱坐标下的分离变量法，贝塞尔函数。

第十七周 虚宗量贝塞尔函数，球贝塞尔函数。习题课。

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
胡嗣柱，倪光炯	数学物理方法	高等教育出版社	2002. 7
郭敦仁	数学物理方法	人民教育出版社	1965. 12
梁昆淼,刘法,缪国庆	数学物理方法	高等教育出版社	2000. 2

6.8 热力学与统计物理 I

一、基本信息

课程代码	PHYS130113				学分	4	周学时	4+1
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	Thermodynamics & Statistical Physics (I)							
课程类别	专业必修课程							
先修课程	高等数学、大学物理				后续课程	固体物理、热力学与统计物理 II		
教学方式	讲课, 习题课和讨论课				考核方式	平时作业, 闭卷考试		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

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。

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。

通过专题讨论的训练, 培养学生的学术批判精神和钻研精神, 提高学生的协同能力和表达能力。

基本要求:

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。

2) 培养学生的学术批判精神和钻研精神, 提高学生的协同能力和表达能力。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

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。

第一部分：热力学

一. 热力学的基本概念与基本规律

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

讨论课主题：热力学第二定律专题

二. 均匀系统的平衡性质

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

讨论课主题：课程论文选题讨论

三. 相变的热力学理论

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

讨论课主题：Landau 连续相变理论应用

四. 多元系的复相平衡与化学平衡

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 化学平衡热力学第三定律

第二部分：统计物理

五. 统计物理学的基本概念及近独立粒子系的最概然分布

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

讨论课主题：统计物理基本假设

六. Boltzmann 统计 Bose 统计 Fermi 统计

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 固体热容量的 Einstein 理论 金属中的自由电子气体 Bose-Einstein 凝聚

讨论课主题：白矮星体系中的 Fermi 统计

七. 系综理论

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

讨论课主题：超冷原子物理简介

八. 相变现象的统计物理简介

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：重正化群理论方法

讨论课主题：课程论文展示

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
林宗涵	热力学与统计物理学	北京大学出版社	2007
R. K. Pathria & Paul. D. Beale	Statistical Mechanics	世界图书出版公司	2012
汪志诚	《热力学·统计物理》(第五版)	高等教育出版社	2015
苏如铿	《统计物理学》(第二版)	高等教育出版社	2004
E. 瑞夫	统计物理学	科学出版社	1983
[俄] 朗道, 栗弗席兹	理论物理学教程：统计物理学 1	高等教育出版社	2011

6.9 大学物理实验III

一、基本信息

课程代码	PHYS130126				学分	2	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	College Physics Laboratory III							
课程类别	专业必修课程							
先修课程	大学物理实验 II				后续课程	近代物理实验		
教学方式	理论+实验				考核方式	四个实验每个实验占总成绩的25%。其中每个实验的评分为：实验过程综合表现和实验记录 50%，书面/口头报告 50%。		
课程主页	http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:design2							

二、教学目的和基本要求

1. 学生能够综合运用已有的知识，设计实验方案。
2. 培养学生建立合适的理论模型分析实验结果，并能逐步优化实验方案的能力。并对实验过程发现的问题不仅能够提出理论假设，还要能设计实验验证其假设。
3. 通过“这门课程的训练，学生能较独立地承担探索性实验研究课题。
4. 过课上口头报告和书面报告的训练，培养学生的沟通能力和表达能力。
5. 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。

基本要求：

1. 可以熟练使用物理实验中各种基本仪器，掌握基本实验方法、基本实验技能。
2. 构建知识，解决实验中的问题。
3. 正确作好记录，包括实验条件、实验现象和实验数据等。
4. 学会用科学术语表达问题和回答问题，能够撰写符合期刊投稿要求的实验报告。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

大学物理实验Ⅲ是物理类本科生的专业必修课。所选实验涵盖了现代光学、近代物理、微弱信号处理等综合性的实验项目。每位学生在3次实验时间（9学时）内，按照一定的要求去设计、研究和完成一个实验项目。一学期撰写两份正式的实验报告，进行两次口头汇报。

教学内容安排：

学生第一周在教室集中上大课。第二周开始，学生分为四个组，进行实验轮转，每个模块中的实验选择一个实验项目做三周，学生每学期完成4个综合实验项目，完成两次口头报告、两次书面报告。

第1周 绪论 3学时（大课）

第2到第4周 模块一中的一个实验，实验9学时，学生提交书面报告；

第5到第8周 模块二中的一个实验，实验9学时，口头报告3学时；

第9周 讨论课3学时；

第10到12周 模块三中的一个实验，实验9学时，学生提交书面报告；

第13到第16周 模块四中的一个实验，实验9学时，口头报告3学时；

四个模块的实验项目如下：

第一模块

阿伏伽德罗常数测定

锁相放大器的使用

双光栅多普勒效应测量微小振动

第二模块

微波系列实验

表面等离子共振

信息光学综合实验

第三模块

变温霍尔效应

光纤综合实验

第四模块

光栅光谱仪的应用与设计

晶体电光效应和声光效应 单光子计数			
教材和教学参考资料:			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
沈元华、陆申龙主编	基础物理实验	北京: 高等教育出版社	2003年12月
沈元华主编	设计性研究性物理实验教程	上海: 复旦大学出版社	2004年6月
沙振舜 黄润生	新编近代物理实验	南京大学出版社	2002年2月

6.10 量子力学 I

一、基本信息

课程代码	PHYS130008		学分	4	周学时	4+1		
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	Quantum Mechanics I							
课程类别	专业必修课程							
先修课程	大学物理, 经典力学, 数学物理方法		后续课程	固体物理、量子力学 II				
教学方式	课堂讲授+课堂讨论		考核方式	每周交习题本, 参与大课讨论及期中、期末考试				
课程主页	http://www.physics.fudan.edu.cn/tps/people/jxiao/teaching/2016-fall-qm.html							

二、教学目的和基本要求

培养物理系学生了解微观量子世界, 掌握量子力学方法用以分析探索微观粒子的行为。理解波函数的物理含义, 掌握利用薛定谔方程求解各种简单势场下的本征态能级及波函数。了解算符与物理客观测量的关系, 会使用微扰理论、变分理论、WKB 理论等近似方法解决不可严格求解的一些情形。对量子角动量、自旋概念以及与经典概念的区别有所了解。了解粒子全同性导致的新的物理及粒子行为变化。对粒子散射过程有初步的认识。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

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，散射理论，全同粒子。

第1周：量子论基础，

第2周：波动力学 – 波函数、统计诠释、不确定原理等，

第3周：波动力学应用 – 方势阱、自由粒子、 δ 势场等，

第4周：形式理论 – 希尔伯特空间、可观测量、厄米算符等，

第5周：矩阵力学 – 狄拉克符号等，

第6周：三维空间中的薛定谔方程，

第7周：氢原子，

第8周：角动量、自旋，

第9周：非简并微扰理论，

第10周：简并微扰理论，

第11周：微扰理论应用 – 氢原子（超）精细结构、塞曼效应，

第12周：变分原理、WKB 近似 – 氢原子基态、氢分子离子基态、一般势垒隧穿，

第13周：含时微扰理论 – 两能级系统、电磁波的吸收与辐射、自发辐射，

第14周：全同粒子 – 两粒子系统、原子、固体，

第15周：散射理论 – 分波法、相移、波恩近似、全同粒子散射，

第16周：总结和复习。

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
D. Griffiths	Introduction to Quantum Mechanics	Prentice Hall	
苏汝铿	量子力学	高教社	2002.12
C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe	Quantum Mechanics		
R. Feynman	Lectures on Physics, Vol. III		
曾谨言	量子力学(上)	科学出版社	

6.11 电动力学

一、基本信息

课程代码	PHYS130114			学分	4	周学时	4+1	
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	Classical electrodynamics							

名称			
课程类别	专业必修课程		
先修课程	高等数学、大学物理：电磁学、 数学物理方法	后续课程	固体物理、高等电动力学
教学方式	讲课，习题课和讨论课	考核方式	考试、课程论文、平时作业
课程主页			

二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习，使学生掌握电磁现象相关的基本知识，建立正确的物理图像，并掌握基本的理论处理方法。

本课程将首先基于实验总结出描述电磁现象的统一规律：麦克斯韦方程组，然后由浅入深地介绍如何利用这组方程解决电磁相关的实际问题，最后介绍如何利用狭义相对论处理不同坐标系下的电磁现象。通过课堂基础知识讲解、课下问题及课题交流、小班研讨等多种教学方式，让学生理解电磁现象背后的统一规律，建立正确的物理图像，并能利用相关理论处理实际电动力学问题。

进一步，通过课程论文、讨论课做报告等方式，推动学有余力但未选修荣誉课程的学生理解并掌握部分电动力学相关的前沿进展，提高学生发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力，为今后进入科研前沿打下基础。

基本要求：

- (1) 掌握《电动力学》的基本知识和基本理论，并能利用相关理论解决实际电磁问题。
- (2) 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。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

基本内容：

1. 基于实验总结出描述电磁现象的统一规律：麦克斯韦方程组，进而分析电磁场的守恒量及守恒定律；
2. 利用麦克斯韦方程组解决电磁相关的实际问题（静电、静磁、准静场、电磁波的传播、辐射等）；
3. 利用相对论处理不同坐标系下的电磁现象。

麦克斯韦方程组及守恒率

库仑定律；安培定律；法拉第定律；真空中的麦克斯韦方程组；介质中的麦克斯韦方程组；电磁本构关系；电磁场的边值关系；真空电磁场的能量动量守恒定律；介质中电磁场的能量守恒定律。

静电学

静电问题的描述；静电平衡下金属边界条件；格林互易定理；导体系的能量、固有能和相互作用能；静电体系的稳定性问题（汤姆逊定理、恩肖定理）；导体表面所受的静电力；电介质边界条件；静电唯一性定理；镜象法；本征函数展开法；多极矩展开及多极矩与外场的相互作用。

静磁学

静磁学的描述及矢势满足方程和边界条件；静磁唯一性定理；静磁场的矢势解法；二维问题；静磁场的标势解法；磁多极矩展开；磁偶极子及其与外场中的相互作用能。

准静场

似稳条件、似稳场方程、趋肤效应。

电磁波的传播

电磁波在非导电介质中的传播；波的偏振；金属属于绝缘体的等效介电函数模型；电磁波在导电介质中的传播；旋光介质中的电磁波；电磁波在介质界面上的反射和折射，全反射。

波导和谐振腔

波导管中的场方程和边界条件；矩形波导；圆柱形波导；多连通截面波导；谐振腔。

电磁辐射

辐射电磁场的势、规范变换和规范不变性；推迟势；多极辐射；电偶极辐射，磁偶极辐射，电四极辐射；线形天线辐射及天线阵。

狭义相对论

时空观；洛仑兹变换；物理规律的协变性的数学要求；电动力学方程的协变性；电磁场的变换公式；运动点电荷的场，多普勒效应。

带电粒子和电磁场的相互作用

李纳-维谢尔势；运动带电粒子的辐射场；切连科夫辐射。

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
蔡圣善等	电动力学（第二版）	高教出版社	2002
郭硕鸿	电动力学	高教出版社	1997
D. J. Griffiths	Introduction to Electrodynamics	Prentice Hall	1999
J. D. Jackson	Classical Electrodynamics	John Wiley & Sons	1999
L. D. Landau and E. M. Lifshitz	Electrodynamics of continuous media	Pergamon Press	1984

6.12 固体物理

一、基本信息

课程代码	PHYS130010				学分	4	周学时	4
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	Solid State Physics							
课程类别	专业必修课							
先修课程	热力学统计物理、量子力学、电动力学				后续课程	固体理论、凝聚态物理学等		
教学方式	课堂讲授和小班讨论				考核方式	考试占 80%；课后习题占 20%		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

固体物理研究的是数量为 10^{29} 的在其平衡位置附近作微小的无规振动的原子和同样数量级电子的复杂对象，形成了一套独特的方法（周期性结构下的电子和原子运动）和区别于其他物理研究领域的独特“语言”。掌握这些“语言”，也即掌握研究固体物理性质的基本规律和方法，就是本课程的教学目的和基本要求。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

按“伤十指不如断一指”的原则，紧紧围绕金属电导率展开课程内容。按金属电子气模型——晶体周期性结构——能带理论（周期结构中电子运动）——晶格振动（周期结构中原子的集体振动——声子）——输运理论（电子受声子作用产生电阻）这样一个顺序，从简单到复杂、螺旋循环上升地研究金属电导率，从而展开在固体周期结构下在原子、电子层次研究固体物理性质的原理和方法。

第一章、金属自由电子气体模型

Sommerfeld 模型，金属自由电子的其他性质，自由电子气模型的局限及修正，专题一：整数和分数量子霍尔效应

第二章、晶体周期性结构

基元和晶格，原子位置描写和常见晶体结构，晶体结构的其他性质，倒格子和第一布里渊区，晶体结构的散射理论，晶体结构实验观测，固体结合——轨道物理学的观点

第三和第四章、能带理论

专题二：单电子近似，Bloch 定理，空晶格模型，能带结构解读，近自由电子近似，专题三：绝缘的本质，紧束缚电子近似，晶体电子动力学，费米面和态密度，典型能带结构分析，专题四：固体磁性

第五章、晶格振动

晶格振动经典理论，晶格振动量子理论，晶体热力学性质，晶格振动谱的实验测量，晶体热传导——非简谐效应

第六章、输运理论			
专题五：拓扑绝缘体，金属电导率，其他输运现象，专题六：量子输运现象			
第七章、晶体缺陷			
缺陷，表面和界面，专题七：超导电性			
教材和教学参考资料：			
作者	教材名称	出版社	出版年月
阎守胜	固体物理学基础	北京大学出版社	2004年第2版

6.13 近代物理实验 I

一、基本信息

课程代码	PHYS130058				学分	4	周学时	4
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	Experiments in Modern Physics							
课程类别	专业必修课程							
先修课程	普通物理实验,大学物理				后续课程	近代物理实验 II		
教学方式	以模拟科研的方式进行实验教学。要求学生在实验前详细阅读文献资料,并到实验室来熟悉实验装置,参看仪器的使用说明和了解技术指标,然后拟定实验方案,在教师指导下独立完成实验。鼓励学生发挥创新精神。				考核方式	每个实验都要交一份实验报告,期末考核为在报告会上作口头报告。		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

本课程是在普通物理实验之后,为物理系高年级学生开设的一门重要的基础实验课程。通过近代物理实验培养学生的独立工作能力;学习采用实验方法研究物理现象与规律;掌握近代物理实验领域中一些基本实验方法和技能。

基本要求:

1. 通过在近代物理学发展史上起过重大作用的著名实验的训练,学习如何用实验方法和技术研究物理现象和规律,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。
2. 培养学生查阅文献、阅读资料、选择拟定实验方案的能力,通过对实验数据的处理提高学生对实验结果综合处理的能力,提高学生撰写论文的能力。

3. 掌握近代物理实验领域中的一些基本实验方法和技能,培养学生使用新设备、新仪器和新技术的能力。

4. 以模拟科研实验的要求来准备实验,使学生能更好地在教师的指导下独立完成实验。本课程为时一学期,总学时数为课内 72 学时(包括到实验室预习),课外 36 学时(完成实验报告)。要求学生在一学期内完成 7-8 个实验,其中 6 个为必做实验,1-2 个为选做实验。期末考核为根据选做内容在报告会上作口头报告。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

实验一:脉冲核磁共振实验及 MRI

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

实验目的是通过氢核的硬脉冲回波核磁共振实验测量大豆油的拉莫尔频率、横向弛豫时间 T_2 和纵向弛豫时间 T_1 等。

实验二:塞曼效应

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。

实验目的是学习观察塞曼效应的方法和研究光谱线在磁场中的分裂情况。

实验三: X 光系列实验

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发挥了十分重要的作用。有关 X 射线的实验非常丰富,其内容十分广泛而深刻。本实验的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,从而提高独立从事研究工作的能力。

实验四:四级杆质谱仪

本实验所用的小型质谱仪是一种利用磁场把物质按荷质比分离的磁偏转型动态分析仪器,采用表面电离型离子源,适合于分析和测量电离能较低的固态样品。实验目的是了解质谱仪的基本结构,样品的制备和高真空获得的方法;计算质谱仪的分辨率,求丰度比。探究不同的实验条件对实验结果的影响。

实验五:光泵磁共振实验

光泵磁共振是用光抽运方法使原子的布居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。该实验方法巧妙地将频率较低的射频信号的变化转换为频率很高的光信号的变化来测量,使观测信号的功率提高了几个数量级。本实验的物理内容很丰富,实验目的是不仅掌握实验方法而且由于实验过程中会见到比较复杂的现象,学生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。

实验六: γ 能谱实验

在核物理研究中,离不开对 γ 射线的测量。 γ 射线是不带电的中性粒子,它和物质的相互作用与带电粒子有显著的差别。 γ 射线与物质的作用主要有光电效应、康普顿散射和电子对效应三种。本实验利用 NaI(Tl)闪烁探测器来测量 γ 射线的能谱。该谱仪的主要优点是既能探测中性粒子,又能探测带电粒子;既能测量粒子强度,又能测量粒子能量;而且探测效率高,分辨时间短。本实验的目的是了解 γ 能谱仪的原理、特性与结构,掌握能谱仪的使用方法和 γ 能谱的定标;分析不同 γ 源的能谱图,测定 γ 能谱仪的能量分辨率;计算铅对 γ 射线的吸收截面。

选做实验见教学大纲

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
戴乐山,戴道宣	近代物理实验	复旦大学出版社	1998
吴思诚	近代物理实验 I,II	北京大学出版社	2005
A. Melissinos	Experiments in Modern Physics	Academic Press	
费恩曼	费恩曼物理学讲义（第二卷）	上海科技出版社	2006
费恩曼	费恩曼物理学讲义（第三卷）	上海科技出版社	2006

6.14 毕业论文（见第三章 3.4.3）

说明：专业必修课程周学时中‘+1’表示有习题课或讨论课。

第7章 课程简介:荣誉课程

7.1 大学物理 A:力学 (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS120016h				学分	5	周学时	5+1
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	College Physics A: Mechanics (H)							
课程类别	大类基础课程							
先修课程	高中数学物理、微积分			后续课程	经典力学			
教学方式	课堂讲授+讨论			考核方式	‘荣誉课程’成绩= ‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩; ‘基础部分’包括: 平时作业、期中考试、期终考试; ‘加深拓展’依据参加讨论班的次数、表现及提交的 Project/Note 的质量进行评分。			
课程主页								

二、教学目的和基本要求

掌握力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。

本课程的教学包括课堂讲解、演示实验以及小班研讨, 致力于让学生理解基本的力学现象和规律, 建立正确的物理图像和物理概念, 使学生能构建属于自己的力学知识体系; 在教学中尽可能介绍力学的历史发展过程, 让学生得到科学文化熏陶, 提高学习物理的兴趣; 同时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创新能力。通过系统的小班研讨课使学生对主要的力学基本概念、问题加深理解, 夯实学生的力学知识基础。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。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

数学准备

矢量分析与微积分

质点运动学

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。直角坐标系、自然坐标系和极坐标系。

讨论课主题: 大学物理中力学问题分析的方法和思想(2 学时)

牛顿力学的基本定律

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。科里

奥里力公式推导以及力学问题求解。

动量、动量定理与动量守恒定律

动量、冲量、动量定理、动量守恒定律。

讨论课主题：科里奥里力公式推导、力学问题求解和物理现象讨论

质心运动定律

质点系，质心参考系。质心运动定律。两体问题与约化质量。两体碰撞。

功与能、机械能守恒定律

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。

讨论课主题：力的做功和摩擦力做功中的能量转换

角动量、角动量定理与角动量守恒定律

角动量，力矩。角动量定理，角动量守恒定律。守恒律与对称性。

讨论课主题：对称性与守恒定律

刚体力学

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

讨论课主题：转动惯量张量推导以及相关的力学量

万有引力定律

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。

振动

振动的描述。简谐振动的各种表示。简谐振动，阻尼振动，受迫振动与共振。振动的合成与分解，简正坐标、简振频率与简振模。

讨论课主题：耦合系统中的振动和简正模

波动

波与波函数，波动方程及其推导。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。波的边界反射与波阻。多普勒效应。介质的色散与群速度。

讨论课主题：波的反射和边界条件

讨论课主题：力学问题的评论和批判

流体力学

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。

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
郑永令，贾起民，方小敏	力学（第二版）	高等教育出版社	2002年8月第2版
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005年6月
梁昆淼	力学（第四版）上册	高等教育出版社	2010年1月
梁励芬、蒋平	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2011年4月
钟锡华、陈熙谋主编	大学物理通用教程	北京大学出版社	2002年3月

R. P. Olenick (美) 等	力学世界、力学以外的世界	北京大学出版社	2003 年 1 月
---------------------	--------------	---------	------------

7.2 大学物理 A:热学 (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS120017h				学分	3		周学时	3+1		
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	College Physics A: Thermology (H)										
课程类别	大类基础课程										
先修课程	高中数学物理、微积分			后续课程	热力学与统计物理 I						
教学方式	课堂讲授+讨论			考核方式	‘荣誉课程’成绩=‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩；‘基础部分’包括：平时作业、期中考试、期终考试；‘加深拓展’依据参加讨论班的次数、表现及提交的 Project/Note 的质量进行评分。						
课程主页											

二、教学目的和基本要求

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。

本课程教学包括课堂讲解、演示实验以及小班研讨，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，使学生能构建属于自己的热学知识体系；在教学中尽可能介绍热学的历史发展过程，让学生得到科学文化熏陶，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，进而进一步培养学生科学文化素养和科学创新精神。通过系统的小班研讨课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。

一、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第 1 章 热力学系统的平衡态及状态方程

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、范德瓦尔斯方程、物质的微观模型

第 2 章 分子动理论的平衡态理论

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

讨论课主题：麦克斯韦速度分布率的推导和理解

讨论课主题：能量均分定理的深入理解

第3章 输运现象与分子动理论的非平衡态理论

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、气体输运系数的推导

讨论课主题：布朗运动的推导、解释和相关研究

第4章 热力学第一定律

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

讨论课主题：各种热机和制冷机的内在设计和原理

第5章 热力学第二定律

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

讨论课主题：熵增加原理和熵的微观意义的进一步讨论

讨论课主题：热辐射相关的热力学问题

第6章 物态与相变

物态的分类、表面张力、相（相变）及相平衡的概念、常见相变、单元系的复相平衡、真实气体等温线、克拉珀龙方程

讨论课主题：表面张力物理现象

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
秦允豪	热学（第三版）	高等教育出版社	2011年1月
李椿	热学	高等教育出版社	2011年1月
钟锡华、陈熙谋主编	大学物理通用教程-热学	北京大学出版社	2002年3月
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005年6月
赵凯华，罗蔚茵	新概念物理教程-热学	高等教学出版社	2010年1月

7.3 大学物理 A:电磁学(H)

一、基本信息

课程代码	PHYS120018h			学分	5	周学时	5+1	
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	College Physics A: Electromagnetism (H)							
课程类别	大类基础课程							

先修课程	高中数学物理、微积分	后续课程	电动力学
教学方式	课堂讲授+讨论	考核方式	‘荣誉课程’成绩= ‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩；‘基础部分’包括：平时作业、期中考试、期末考试；‘加深拓展’依据参加讨论班的次数、表现等进行评分。
课程主页			

二、教学目的和基本要求

熟练掌握经典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非常坚实的基础。内容主要包括：电磁学和狭义相对论。本课程通过课堂讲解、辅助演示实验以及小班教学、讨论和实践，致力于让学生深刻理解基本的经典的电磁学现象和规律，建立准确而清晰的物理图像和物理概念，帮助学生构建属于自己的电磁学知识结构；在教学中尽可能介绍经典电磁学的历史发展过程，让学生得到科学文化熏陶，提高学习物理的兴趣；课程着重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创新能力。通过系统的小班讨论课使学生对主要的经典电磁学概念、问题加深理解，夯实学生的知识基础。通过专题讨论和实践，培养学生独立解决科学问题的能力，培养学生的批判性精神和钻研精神，提高学生的表达和交流能力。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第1部分 静电场

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

讨论课主题参考：生活中的静电现象、平方反比律

第2部分 静电场中的导体

静电场能。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、静电场的能量

讨论课主题参考：电容器的历史与应用、尖端放电效应

第3部分 恒定电流

电流的连续性方程、恒定条件、欧姆定律、电动势、电路定理

第4部分 恒定磁场

基本磁现象、安培定律、比奥-萨瓦定律、磁场高斯定理、安培环路定理、洛伦兹力

讨论课主题参考：安培定律的来龙去脉、天文中的磁现象

第5部分 电磁场、麦克斯韦方程

电磁感应现象、动生电动势、感生电动势、互感、自感、磁能、电路中的瞬态过程、位移电流、麦克斯韦方程组、电磁波

讨论课主题参考：电磁学单位制的建立、电感与忆阻器

第6部分 物质中的电场

电介质的极化、极化强度和极化电荷、介质中的静电场与高斯定理、边界条件、介质中的静电能

讨论课主题参考：铁电材料及其应用

第7部分 物质中的磁场

顺磁性和抗磁性、磁化强度和磁化电流、介质中的磁场、磁场强度、介质中磁场的基本方程式、

介质中的麦克斯韦方程组

讨论课主题参考：磁存储的历史与应用、迈斯纳效应及应用

第 8 部分 交流电路

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

讨论课主题参考：交流谐振电路的应用

第 9 部分 相对论

狭义相对论以前的力学、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）、相对论多普勒效应、狭义相对论中的质量、能量和动量、匀速运动点电荷的电磁场、电场与磁场的变换

讨论课主题参考：双生子佯谬、宇宙射线粒子半衰期的测量

教材和教学参考资料：			
作者	教材名称	出版社	出版年月
贾起民, 郑永令, 陈暨耀	电磁学（第二版）	高等教育出版社	2001 年 1 月
Feynman, Leighton, Sands	费恩曼物理学讲义	上海科技出版社	2005 年 6 月
Richard A. Muller	Physics for future Presidents	W. W. Norton & Company	2009 年 9 月

7.4 大学物理 A:光学(H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130092h		学分	4	周学时	4+1		
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	College Physics A: Optics (H)							
课程类别	专业必修课程							
先修课程	高等数学、力学、热学、电磁学		后续课程	电动力学				
教学方式	课堂讲授+讨论		考核方式	‘荣誉课程’成绩= ‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩；‘基础部分’包括：平时作业、期中考试、期终考试；‘加深拓展’依据参加讨论班的次数、表现及提交的 Project/Note 的质量进行评分。				
课程主页								

二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习，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。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1、光和光的传播

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：彩虹现象的几何光学解释

2、几何光学成像

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

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：自然结构色中的干涉

4、衍射

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。

讨论课主题：自然结构色中的衍射、彩虹现象的衍射解释

5、偏振

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

6、光和物质相互作用、光的量子性

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。

讨论课主题：光子晶体等的物理原理

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
赵凯华	新概念物理教程 光学	高等教育出版社	2004 年
E. Hecht	Optics, 改编版	高等教育出版社	2004 年
M. Born and E. Wolf	Principles of Optics 光学原理 第七版	Cambridge、世界图书出版社	2005 年

7.5 大学物理 A:原子物理 (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130093h				学分	4	周学时	4+1
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	College Physics A: Atomic Physics (H)							
课程类别	专业必修课程							
先修课程	高等数学			后续课程	量子力学			
教学方式	课堂讲授+讨论			考核方式	‘荣誉课程’成绩= ‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩；‘基础部分’包括：平时作业、期中考试、期终考试；‘加深拓展’依据参加讨论班的次数、表现及提交的 Project/Note 的质量进行评分。			
课程主页								

二、教学目的和基本要求

使学生了解近代物理进展，掌握原子物理的基本内容，建立对量子世界的初步认识，培养科学思维和创新精神。

基本内容包括量子物理初步、原子和原子核物理。
本课程还将介绍原子物理及相关学科的前沿进展、概念拓展、更多实验技术和现象分析等。
(每 2 周安排一次讨论课)

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

第一周 原子的卢瑟福模型与玻尔模型
第二周 黑体辐射与普朗克量子假说、光电效应与爱因斯坦光子假说、光谱
讨论课主题: 光谱和天文学、光电子能谱
第三周 光的波粒二象性
第四周 德布罗意波假说与实验验证
讨论课主题: 非弹性 x 光散射, 物质波的应用
第五周 不确定关系、波函数与薛定谔方程
第六周 势垒隧穿及其应用、势阱内的束缚电子
讨论课主题: 量子力学的进展
第七周 氢原子的能级和波函数
第八周 轨道角动量、原子的电子壳层结构
讨论课主题: 跃迁规则,光子实验中的选择定则,激光原理

第九周	斯特恩-盖拉赫实验、碱金属双线		
第十周	电子自旋、原子磁性与磁共振		
讨论课主题: 强场核磁共振原理和 MRI 成像技术			
第十一周	塞曼效应		
第十二周	多电子原子和元素周期律		
讨论课主题: 物理中的对称性和群论、量子化学与新材料探索			
第十三周	X 射线及其应用		
第十四周	核的组成和基本性质、放射性衰变		
讨论课主题: 同步辐射和 X 射线自由电子激光			
第十五周	核力、核结构模型、核反应		
第十六周	粒子物理简介		
讨论课主题: 原子物理的研究前沿			
教材和教学参考资料:			
作者	教材名称	出版社	出版年月
杨福家	原子物理学 (第四版)	高等教育出版社	2000 年
赵凯华	光学 (新概念)	高等教育出版社	2004 年
褚圣麟主编	原子物理学	人民教育出版社	1979 年
赵凯华等	新概念物理教程 量子物理	高等教育出版社	2001 年
钟锡华等	大学物理通用教程 光学·近代物理	北京大学出版社	2002 年
D. Halliday etc.	Physics (5th ed.), Vol. 2	John Wiley & Sons Inc.	2002 年

7.6 经典力学 (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130003h			学分	4		周学时	4	
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	Classical Mechanics (H)								
课程类别	专业必修课程								
课程主页									
先修课程	高等数学, 大学物理				后续课程	量子力学			

教学方式	课堂讲授+讨论	考核方式	‘荣誉课程’成绩= ‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩；‘基础部分’包括：平时作业、期中考试、期末考试；‘加深拓展’依据参加讨论班的次数、表现及提交的 Project/Note 的质量进行评分。
-------------	---------	-------------	---

二、教学目的和基本要求

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，了解其前沿动态（非线性系统与混沌），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。

通过课堂讲授与小班研讨，培养学生发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和自主学习、钻研的能力，进而提升学生的科学素养和理性思维。通过专题讨论，培养学生的科学批判精神和审美情趣，提升学生的表达能力，同时兼顾正常教学序列的盲区，丰富学生的知识结构。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

牛顿力学总结

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

讨论课：运动定理的参考系变换，开普勒定律与万有引力定律，惯性系疑难与广义相对论

拉格朗日动力学

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

讨论课：狭义相对论的分析力学形式

两体中心力问题

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

讨论课：开普勒问题的龙格-楞次矢量

多自由度体系的微振动

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

讨论课：正常塞曼效应的经典解释，一维链振动简正模——格波

刚体

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

哈密顿动力学

相空间，勒让德变换，哈密顿正则方程；变分与欧拉方程，哈密顿原理，定域规范变换；泊松括号，正则变换与辛群，哈密顿-雅可比方程，从经典到量子的过渡

讨论课：拉格朗日乘子法求约束力，场的分析力学形式（4学时）

非惯性系

非惯性系中的拉格朗日函数与哈密顿函数

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
----	------	-----	------

梁昆淼等	力学（第四版）下册	高等教育出版社	2009年7月
金尚年等	理论力学（第二版）	高等教育出版社	2002年7月
H. Goldstein 等	Classical Mechanics (3rd ed. 影印版)	高等教学出版社	2005年1月
朗道	力学（第五版）	高等教育出版社	2007年4月
苏云荪	理论力学	高等教育出版社	1990年6月

7.7 数学物理方法 A(H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130006h				学分	5		周学时	5+1
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	Method of Mathematical Physics A (H)								
课程类别	专业必修课程								
先修课程	高等数学		后续课程		量子力学、电动力学				
教学方式	课堂讲授+讨论		考核方式		‘荣誉课程’成绩=‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩； ‘基础部分’包括：平时作业、期中考试、期终考试； ‘加深拓展’依据参加讨论班的次数、表现及提交的 Project/Note 的质量进行评分。				
课程主页									

二、教学目的和基本要求

本课程由复变函数和数学物理方程两部分构成，是量子力学、电动力学、统计物理、固体理论等物理学后续课程的数学基础。

本课程希望帮助学生掌握、运用复变函数和数学物理方程等理论物理的基本数学工具，培养严谨的逻辑和推演等理性抽象思维能力，训练将物理问题抽象成具有一定边界条件的数学方程、进行符号运算及数值运算等各方面的能力。为学习物理系量子力学、统计物理和电动力学等后续基础理论课程夯实数学基础。

区别于《数学物理方法》的普通课程，本课程除了讲授更多内容之外，还给予学生更多科研实践机会，鼓励学生完成实际科研中提出的微型课题的讨论与研究。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

- ✧ 复数、复变函数及其导数、柯西-黎曼条件、解析函数
- ✧ 复变函数积分、柯西定理、柯西公式及其推论、泊松积分公式
- ✧ 复变函数级数、幂级数、解析函数的级数表示
- ✧ 留数定理及其应用（定积分的计算）
- ✧ 多值函数、解析延拓、Gamma 函数
 - ◆ 一个高振荡函数的数值积分
 - ◆ 理解解析延拓：波在有限厚度平板的透射
- ✧ 微分方程的级数解（Frobenius and Fuchs 定理：常点与正则奇点邻域方程的级数解）
- ✧ 狄拉克 δ 函数、广义函数
- ✧ 傅里叶级数、傅里叶变换
 - ◆ 线性响应的基本特性、Fourier 变换与测不准关系
 - ◆ 快速 Fourier 变换简介
 - ◆ 有限宽度光束在不同介质平面界面的反射与折射
- ✧ 数学物理方程的定解问题、二阶线性偏微分方程的分类和简化
- ✧ 数理方程的求解：行波法、分离变量法
- ✧ 数理方程的求解：积分变换法
- ✧ 正交曲线坐标系、矢量分析
- ✧ 球函数：球坐标分离变量、勒让德方程、勒让德多项式、关联勒让德函数、球谐函数）
 - ◆ 矢量球谐函数、矢量球波函数
 - ◆ 不可约张量与球谐函数
 - ◆ 特殊函数与数值积分
 - ◆ 静电势的多极展开
- ✧ 柱函数：柱坐标分离变量、柱贝塞尔方程、柱贝塞尔函数、球贝塞尔函数
 - ◆ 求解积分渐近行为之鞍点法
 - ◆ 计算积分渐近行为之稳相法，Jone's 引理及其物理应用
 - ◆ 无限长圆柱的 Mie 散射理论
- ✧ Sturm-Liouville 问题、Hermite 多项式、Laguerre 多项式及其物理应用
 - ◆ 正交多项式的量子力学应用：一维谐振子、氢原子、Sturm-Liouville 问题与量子化
 - ◆ 希尔伯特空间简介
- ✧ 格林函数简介
 - ◆ 周期与准周期格林函数的快速求和：广义 Ewald 求和
 - ◆ 积分方程一窥

注：◆为“荣誉课程”增加的内容（大约每个内容一课时，据进度而定，未必全部讲授或讨论）

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
胡嗣柱，倪光炯	数学物理方法（第 2 版）	高等教育出版社	2002 年 8 月
吴崇试	数学物理方法（修订版）	高等教育出版社	2015 年 5 月
汪德新	数学物理方法（第 4 版）	科学出版社	2016 年 3 月

G. B. Arfken, H. J. Weber and F. E. Harris	Mathematical Methods for Physicists (7 th ed)	Elsevier	2013 年
G. Gbur	Mathematical Methods for Optical Physics	Cambridge University Press	2011 年
吴崇试	数学物理方法专题 (两册)	北京大学出版社	2012 年、2013 年
E. T. Whittaker & G. N. Watson	A Course of Modern Analysis (4 th ed)	Cambridge University Press	1927 年

7.8 热力学与统计物理 I (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130113h				学分	5		周学时	5+1
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	Thermodynamics & Statistical Physics I (H)								
课程类别	专业必修课程								
先修课程	高等数学、大学物理			后续课程	固体物理、热力学与统计物理 II				
教学方式	课堂讲授+讨论+课程论文			考核方式	‘荣誉课程’成绩= ‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩；‘基础部分’得分：平时作业占总成绩的 30%，期终考试占 40%；‘加深拓展’得分：依据完成课程论文的质量和组内贡献打分，总成绩的 30%。				
课程主页									

二、教学目的和基本要求

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。

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。

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。

基本要求：

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。

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。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

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。

第一部分: 热力学

一. 热力学的基本概念与基本规律

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

讨论课主题: 热力学第二定律专题

二. 均匀系统的平衡性质

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

讨论课主题: 课程论文选题讨论

三. 相变的热力学理论

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

讨论课主题: Landau 连续相变理论应用

四. 多元系的复相平衡与化学平衡

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 化学平衡热力学第三定律

第二部分: 统计物理

五. 统计物理学的基本概念及近独立粒子系的最概然分布

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

讨论课主题: 统计物理基本假设

六. Boltzmann 统计 Bose 统计 Fermi 统计

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

讨论课主题：白矮星体系中的 Fermi 统计

七. 系综理论

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

讨论课主题：超冷原子物理简介

八. 相变现象的统计物理简介

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：重正化群理论方法

讨论课主题：课程论文展示

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。相当的课时数为 16 学时。

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
林宗涵	热力学与统计物理学	北京大学出版社	2007
汪志诚	《热力学·统计物理》(第五版)	高等教育出版社	2015
苏如铿	《统计物理学》(第二版)	高等教育出版社	2004
E. 瑞夫	统计物理学	科学出版社	1983
[俄] 朗道, 栗弗席兹	理论物理学教程：统计物理学 1	高等教育出版社	2011
R.K. Pathria & Paul.D. Beale	Statistical Mechanics	世界图书出版公司	2012

7.9 量子力学 I (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130008h				学分	5	周学时	5+1
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	Quantum Mechanics I (H)							
课程类别	专业必修课程							
课程主页								
先修课程	大学物理、数学物理方法、微积分			后续课程		量子力学 II		
教学方式	课堂讲授+讨论			考核方式		‘荣誉课程’成绩= ‘基础部分’成绩+ ‘加深拓展’成绩；‘基础部分’包括：平时作业、期中考试、期终考试；‘加深拓展’依据参加讨论班的次数、表现及提交的 Project/Note 的质量进行评分。		

二、教学目的和基本要求

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。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。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。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. 量子论基础
2. 波动力学 – 薛定谔方程、波函数、统计诠释、不确定原理等
 - 讨论：薛定谔方程的推导
 - 讨论：不确定性原理悖论想象实验
3. 波动力学应用 – 方势阱、自由粒子、delta 势场等
 - 讨论：无反射势阱
 - 讨论：周期性势场和能带结构
4. 形式理论 – 希尔伯特空间、可观测量、厄米算符等
 - 讨论：宇称及宇称算符
5. 矩阵力学 – 狄拉克符号等
6. 三维空间中的薛定谔方程
7. 氢原子
 - 讨论：类氢原子

8. 角动量、自旋
 - 讨论: Stern-Gerlach 实验
 - 讨论: 角动量及空间旋转
9. 非简并微扰理论
10. 简并微扰理论
11. 微扰理论应用 – 氢原子 (超) 精细结构、塞曼效应
 - 讨论: 范德瓦尔斯力
 - 讨论: 原子钟原理
12. 变分原理、WKB 近似 – 氢原子基态、氢分子离子基态、一般势垒隧穿
13. 含时微扰理论 – 两能级系统、电磁波的吸收与辐射、自发辐射
14. 全同粒子 – 两粒子系统、原子、固体、元素周期表
15. 散射理论 – 分波法、相移、波恩近似、全同粒子散射
 - 讨论: 穆斯堡尔效应
16. 量子信息与量子计算

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
D. Griffiths	量子力学概论	机械工业出版社	2006.3
苏汝铿	量子力学	高等教育出版社	2002.12
曾谨言	量子力学 (上)	科学出版社	2013.1
J. J. Sakurai	Modern Quantum Mechanics	世界图书出版社	2005

7.10 电动力学 (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130114h				学分	5	周学时	5+1	
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	Classical electrodynamics (H)								
课程类别	专业必修课程								
课程主页									
先修课程	高等数学、大学物理、电磁学、数学物理方法				后续课程	高等电动力学			
教学方式	讲课、习题课、讨论课。				考核方式	‘荣誉课程’得分= ‘基础部分’得分*70%+ ‘加深拓展’得			

			分*30%。基础部分成绩由平时作业（10%）和期终考试成绩（90%）加权获得，评价方式与《电动力学》普通课程一致；‘加深拓展’得分依据参加讨论班的次数、表现，提交的课程论文及在讨论课上做的报告质量打分。基于最终得分评定档次，荣誉课程学生获 A 类成绩的比例不设上限，但荣誉课程和普通课程获 A 类成绩的总人数不超过总学生的 40%。
--	--	--	--

二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习，使学生掌握电磁现象相关的基本知识，建立正确的物理图像，掌握相关理论处理方法，了解并初步掌握电动力学相关的部分前沿进展，为今后从事科研打下基础。本课程将首先基于实验总结出描述电磁现象的统一规律：麦克斯韦方程组，然后由浅入深地介绍如何利用这组方程解决电磁相关的实际问题，最后介绍如何利用狭义相对论处理不同坐标系下的电磁现象。通过课堂基础知识讲解、课下问题及课题交流、小班研讨等多种教学方式，让学生理解电磁现象背后的统一规律，建立正确的物理图像，并能利用相关理论处理实际电动力学问题。进一步，通过课程论文、参加讨论课并做报告等方式，使学生理解并掌握部分电动力学相关的前沿进展，极大地提高学生发现问题、提出问题、思考问题、解决问题和获取新知识的能力，为今后进入科研前沿打下基础。具体来说，学生被要求自由选择 1-2 个有挑战性的课题进行自由探索，结合数值模拟最终形成课题报告，作为最后成绩评定的依据。这些题目来自教师课件中的大量思考题（比如：为什么了两电流元之间的相互作用力不满足牛顿第三定律？电磁介质中的极化能与磁化能的正确形式？等等），教师课堂讲解时灵机一动的想法，还有学生的自主前沿选题。教师即助教将根据学生的选题随时跟进进行个性化指导，帮助学生最终形成完整的课题报告。

基本要求：

- (1) 掌握《电动力学》的基本知识和基本理论，并能利用相关理论解决实际电磁问题。
- (2) 了解部分电动力学相关的前沿进展，掌握基本的数值模拟方法，并利用理论和模拟研究相关课题，形成课程论文，并能在讨论课上清晰地将自己的课题介绍给同学。
- (3) 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。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

基本内容简介：

1. 基于实验总结出描述电磁现象的统一规律：麦克斯韦方程组，进而分析电磁场的守恒量及守恒定律；
2. 利用麦克斯韦方程组解决电磁相关的实际问题（静电、静磁、准静场、电磁波的传播、辐射等）；
3. 利用相对论处理不同坐标系下的电磁现象；
4. 随堂布置大量电动力学前沿相关的课题及思考题，激励并帮助学生研究相关课题，配合数值计算完成高质量课程论文，并在讨论课交流讨论。

（一）大课教授安排

麦克斯韦方程组及守恒率：

库仑定律；安培定律；法拉第定律；真空中的麦克斯韦方程组；介质中的麦克斯韦方程组；电磁本构关系；电磁场的边值关系；真空电磁场的能量动量守恒定律；介质中电磁场的能量守恒定律。

静电学

静电问题的描述；静电平衡下金属边界条件；格林互易定理；导体系的能量、固有能和相互作用能；静电体系的稳定性问题（汤姆逊定理、恩肖定理）；导体表面所受的静电力；电介质边界条件；静电唯一性定理；镜象法；本征函数展开法；多极矩展开及多极矩与外场的相互作用。

静磁学

静磁学的描述及矢势满足方程和边界条件；静磁唯一性定理；静磁场的矢势解法：二维问题；静磁场的标势解法；磁多极矩展开；磁偶极子及其与外场中的相互作用能。

准静场

似稳条件、似稳场方程、趋肤效应。

电磁波的传播

电磁波在非导电介质中的传播；波的偏振；金属于绝缘体的等效介电函数模型；电磁波在导电介质中的传播；旋光介质中的电磁波；电磁波在介质界面上的反射和折射，全反射。

波导和谐振腔

波导管中的场方程和边界条件；矩形波导；圆柱形波导；多连通截面波导；谐振腔。

电磁辐射

辐射电磁场的势、规范变换和规范不变性；推迟势；多极辐射：电偶极辐射，磁偶极辐射，电四极辐射；线形天线辐射及天线阵。

狭义相对论

时空观；洛仑兹变换；物理规律的协变性的数学要求；电动力学方程的协变性；电磁场的变换公式；运动点电荷的场，多普勒效应。

带电粒子和电磁场的相互作用

李纳-维谢尔势；运动带电粒子的辐射场；切连科夫辐射。

（二） 讨论课安排

将根据学生课题进度安排荣誉课程讨论课 8 次（每次 2 学时左右），其中第一次为荣誉课程助教介绍如何利用数值仿真程序包从事电磁现象的数值模拟研究，部分课时用来与学生单独交流课程论文进展，剩余讨论课将安排参加荣誉课的学生系统介绍自己的课程论文进展。课程论文的题材来自大课及课件中提出的思考题、学生对部分相关讲授的不同解读、前沿问题文献调研及阅读，等等。

教材和教学参考资料:			
作者	教材名称	出版社	出版年月
蔡圣善等	电动力学	高教出版社	2002-7-1
郭硕鸿	电动力学	高教出版社	1997-7-1
D. J. Griffiths	Introduction to Electrodynamics	Prentice Hall	1999
J. D. Jackson	Classical Electrodynamics	John Wiley & Sons	1999
L. D. Landau and E. M. Lifshitz	Electrodynamics of continuous media	Pergamon Press	1984

7.11 固体物理 (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130100h				学分	5	周学时	5
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	Solid State Physics (H)							
课程类别	专业必修课程							
课程主页								
先修课程	量子力学、统计力学				后续课程	固体理论、凝聚态物理学等		
教学方式	课堂讲授+讨论				考核方式	‘荣誉课程’成绩=‘基础部分’成绩+‘加深拓展’成绩；‘基础部分’包括：平时作业、期中考试、期终考试；‘加深拓展’依据参加讨论班的表现进行评分。		

二、教学目的和基本要求

固体物理学已经过近 80 年的成长过程。由于最近电子、计算机、信息通讯和互联网等高科技的迅猛发展，新现象、新材料、新成果和新问题不断涌现，使得固体物理学成为目前物理学中最活跃的研究领域。它是在原子、电子的微观层次研究解释固体物理规律的学科。本课程旨在让学生掌握该领域基本规律、基础理论和知识，以培养专业人才为目标，为今后从事由固体物理学衍生的半导体物理学、凝聚态物理学、材料科学等其他学科的深入研究打下扎实基础。

荣誉课程加深拓展部分将围绕着该学科领域的共通语言——倒(k)空间中电子、原子运动的描述和表征展开。其难点在于这种语言对周期结构的依赖，以及需要引入各种近似。这部分将介

绍一些有针对性的典型深入问题，通过解决问题的过程，学习具有固体物理特点的思维方式，力求对方式、方法融会贯通，以达到掌握和运用这种语言的目的，为今后从事该领域的研究打下基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

这是一门有别于其他物理类以数学解析推导为主的课程，我们界定固体物理学教学的核心是周期性结构下各种波的运动，这是既是重点，也是难点。因此，按上述教学目标，将以研究金属电导为逻辑线索展开教学课程；采用建模、验证、修正、建模、验证、修正的螺旋上升方式组织讲授内容。根据固体物理学大纲要求的基础教学内容为：

- 1、金属自由电子气模型。简单初始模型以研究金属电导率，完全忽略电子-离子作用。成功和局限。分析各种局限原因：电子-原子相互作用被忽略。如需考虑， 10^{29} 方量级电子原子数难以处理。
- 2、晶体结构。模型修正，引入原子静止排列的周期性结构的数学描写，使 10^{29} 方量级原子电子数可处理。
- 3、能带理论。模型修正，考虑电子离子作用，但假设原子静止周期排列。成功解释金属绝缘体；局限，零电阻与实验不符，分析原因，原子并非静止。
- 4、晶格振动。模型修正，引入周期结构中原子的集体振动，引入描写晶体原子集体振动能量量子-声子。
- 5、输运理论。模型再修正，金属电导是电子受声子散射的结果。

此外，为了跟上该领域的日新月异的发展趋势，将安排 5~6 个专题（约 12 课时）介绍该领域的新进展。曾经讲授过的内容有，整数、分数量子化霍尔效应、轨道物理学观点看固体结合、单电子近似、绝缘的本质、固体磁性、缺陷、拓扑绝缘体简介、超导电性、纳米结构电性、量子输运简介等。每年度选讲部分内容，并视研究新进展与背景知识进行增、删。

荣誉课程加深拓展部分（约 16 学时）以使参与学生运用、掌握该领域交流共通语言（倒空间电子原子运行的描述和表征）为目的，讨论主题包括：准晶、结构相变与布里渊区折叠、对称性破缺对电子结构的影响、对称性破缺对声子色散关系的影响、对称性限制导致的能带不连续、晶体场对称性变化导致的金属-绝缘体相变、拓扑绝缘体的能带结构、Berry 相在周期性结构中极化问题的应用、量子输运问题的提出和处理等（将根据进度而选讲部分）。

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
阎守胜	固体物理基础（第 3 版）	北大出版社	2011 年 6 月
N. W. Ashcroft and N. D. Mermin	Solid state physics	世图（影印）	影印自 1976 年版
C. Kittel	Introduction to solid state physics (第 8 版)	化学工业出版社	2005 年 9 月
方俊鑫、陆栋编著	固体物理学	上海科技出版社	1980 年 12 月
黄昆原著，韩汝琦改编	固体物理学	高等教育出版社	1988 年 10 月

7.12 近代物理实验 I (H)

一、基本信息

课程代码	PHYS130058h				学分	5		周学时	5	
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	Experiments of Modern Physics I (H)									
课程类别	专业必修课程									
课程主页										
先修课程	物理实验、大学物理				后续课程	近代物理实验 II				
教学方式	讲课, 做实验和讲座。教师讲解课程要求; 学生自己预习, 然后来实验室做实验, 完成数据处理和实验报告, 教学过程中会有相关的讲座, 期末通过学生口头报告进行考评。				考核方式	实验课程得分=‘平时成绩’得分*60% + ‘荣誉课题汇报’得分*40%。‘平时成绩’得分: 必做和选做实验得分; ‘荣誉课题汇报’得分: 依据基于荣誉课题实验的口头汇报的表现, 及提交的纸质版 PPT 质量打分。				

二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习, 学生能了解如何用实验方法研究物理现象与规律, 并掌握如何通过现象、结果来揭示微观的物理过程及机制; 掌握近代物理实验领域中的常用实验方法和技能; 通过与前沿研究密切相关的荣誉选做内容学习, 培养和提高科研能力和创新能力。

通过本课程学习, 包括做实验以及课堂讨论, 听教师讲座, 学生可以通过实验, 运用理论所学知识, 把理论与实验结合, 学习和掌握科学的思维方式、激发创新意识。

通过动手做实验, 提高动手实践、分析解决问题的能力; 为知识、能力及素质的协调发展创造条件, 为后续课程的学习、进行科学研究打下良好的基础。

基本要求:

- (1) 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。
- (2) 通过荣誉选做实验, 接触前沿科研。
- (3) 提高学术交流和表达的能力。
- (4) 具有批判精神和较好的表达能力。
- (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。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

课程内容分为必做和选做两类:

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”等六个实验，每一个实验六个课时；
2. 作为选做内容，课程开设“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”等二十余个选做实验项目，大多数实验项目需要12课时。学生在一学期中，需完成12课时的选做内容。
3. 作为荣誉实验，课程开设“基于人工自旋冰的神经网络”、“基于超构材料的电磁波调控”、“利用空间光调制器实现基于衍射的光神经网络”三个跟前沿研究密切相关的选做内容（均为系内最新的科研成果转化而来），每个实验需要30学时，学生在一学期中，需完成一个荣誉课题实验。

教学内容安排:

绪论课（2学时）

介绍近代物理实验课程内容和教学要求等。

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（pulse 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（ $1\sim 50\mu\text{s}$ ）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）

本实验基于四极杆质谱仪开展实验教学。通过本实验可以了解四极杆质谱仪的基本结构，高真空获得和测量；探究影响四极杆质谱仪分辨率的因素、电子能量对电离分支比的影响；学习用质谱的办法测量空气的组分，不同电子能力时乙醇样品的质谱。

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很高的光信号的变化来测量，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的测量。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出现的条件；测量非线性负阻的 I-V 特性等。

劳动学时（4 学时）

每一次实验课后，整理实验室，打扫卫生等，每次 10 分钟。

选做实验（12 学时）

学生利用选做课时完成 12 学时的自选实验。实验室开设的选做实验项目包括：超导转变温度测量，等离子体参数测量，Labview 系列实验，缪子系列实验，弗兰克-赫兹实验，法拉第效应实验，核磁共振成像实验扩展内容，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，XRF 荧光分析实验，盖革-弥勒计数器原理和信号处理实验，氢氘光谱实验，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、量子计算等。

荣誉实验（30 学时）：学生完成 24 学时的实验。

基于人工自旋冰的神经网络（30 学时）

本课题适合修读过《铁磁学》的同学选做，自旋电子学是磁学和微电子学的交叉学科，它同时利用了电子的自旋和电荷两个自由度，是后摩尔时代的新型信息技术革命的突破点之一，是凝聚态物理的研究热点，也是复旦物理在国内领先的研究方向。人工自旋冰是基于几何阻挫晶格设计的人工磁性纳米结构，其特殊的几何排列使系统具备大量的自旋简并态，可以实现多值存储，进而实现神经形态计算。实验内容：1. 通过最典型的自旋电子器件的制备和测量，包括各向异性磁阻（AMR）、巨磁阻（GMR）、隧穿磁阻（TMR），让学生了解自旋电子学的发展脉络。2. 制备人工自旋冰这种自旋阻挫结构，利用 GMR 效应实现自旋简并态的电学测量。3. 利用人工自旋冰制备神经形态计算器件，实现时间序列预测等人工神经网络。

基于超构材料的电磁波调控（30 学时）

本课题适合修读过《电动力学》的同学选做，电磁超构材料是将亚波长微结构按一定宏观排列组合而成的复合介质超构材料，超构表面可以实现对电磁波的偏振、波前、相位等自由调控，因其具有对电磁波超乎寻常的调控能力而成为近期光学领域的研究热点，也是复旦物理在国内领先的研究方向。实验内容：1. 反射式各向异性超构表面的共振行为表征及理解；2. 反射式均匀超构表面对电磁波偏振的调控；3. 构成超构表面的人工原子的几何参数对体系共振行为的影响；4. 基于梯度超构表面的广义斯涅尔定律验证；5. 梯度超构表面和光栅对电磁波的偏折调控等。

利用空间光调制器实现基于衍射的光神经网络（30 学时）

本课题适合修读过《光学》的同学选做，空间光调制器可以调制光场的振幅、相位、偏振态，从而可以实现对信息的编码和解码，是构成光学信息处理、光互连、光计算等系统的核心器件，从而在当前的产业和学术中均得到了广泛的应用，也是复旦物理和光科中的光学实验室所常用的实验设备。与此同时，人工智能普及的大势已经不可阻挡。对于本科生而言，尽早理解神经网络对日后的科研和工作都是非常必要的。为了避免涉及繁琐的代码，利用物理实体去理解和实现神经网络的工作架构和功能变得至关重要。而基于空间光调制器等可以解码光波前中隐藏的散射关键信息的光学结构元件，实现光学神经网络，用于图像识别等应用，是当前光学研究的前沿方向，

也是复旦物理的领先研究方向之一。在基于衍射的光神经网络实验课程中，学生可以学习到基础的光电学知识和空间光调制器等基本光学元件的使用，也能够通过搭建并且训练神经网络系统实现手写体数字识别的应用。通过此方面的探索，学生可以深入了解神经网络的原理与应用，培养自己的实验技能和解决问题的能力，为今后从事相关领域的研究和应用打下坚实的基础。实验内容：1. 空间光调制器参数测量、基本几何光学和波动光学元件功能的实现等基础实验项目；2. 涡旋光、计算成像、可编程光学阵列等前沿内容； 3. 利用光学衍射实现神经网络。

期末口头汇报（6学时）

学生全程参加，荣誉课题汇报。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。

教材和教学参考资料：			
作者	教材名称	出版社	出版年月
乐永康，姚红英，俞熹	自编讲义	/	/

说明：荣誉课程周学时中‘+1’表示有习题课。

第 8 章 课程简介：专业进阶模块 I 课程

选择专业进阶路径及荣誉项目路径的学生须修读专业进阶模块 I 中 15 个学分课程；若本模块有多修读学分，其可替代专业进阶模块 II 学分。

8.1 量子力学 II

一、基本信息

课程代码	PHYS130036				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	Quantum Mechanics II									
课程类别	专业选修课程									
先修课程	量子力学 I				后续课程	量子场论				
教学方式	课堂讲授				考核方式	交习题本，参与大课讨论及期末考试				
课程主页										

二、教学目的和基本要求

教学目标：使物理系学生进一步了解微观世界。
基本内容包括量子力学基础、散射理论、路径积分、相对论量子力学和波函数的位相。
基本要求：掌握课程基本内容。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第 1、2 周：量子力学基础补充
第 3 周：贝利相位
第 4、5 周：传播子、路径积分
第 6、7 周：二次量子化及其应用
第 8、9 周：电磁场量子化
第 10、11 周：对称性
第 12、13 周：角动量
第 14、15 周：相对论量子力学
第 16 周：量子信息与量子计算

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
Y. V. Nazarov and J. Danon	Advanced Quantum Mechanics: A Practical Guide	Cambridge University Press	2013

B. R. Holstein	Topics in Advanced Quantum Mechanics	Dover Publications	1992
J. J. Sakurai	Advanced Quantum Mechanics	世界图书出版公司	2006
曾谨言	量子力学卷 II	科学出版社	1993.3

8.2 热力学与统计物理 II

一、基本信息

课程代码	PHYS130035				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	Thermodynamics & Statistical Physics II									
课程类别	专业选修课程									
先修课程	热力学与统计物理 I				后续课程					
教学方式	课堂讲授				考核方式	总评成绩 (110%) = 平时作业成绩 (占30%) + 课程论文 (占20%) + 课程作业 (占10%) + 期末考试 (24小时开卷, 占50%)				
课程主页										

二、教学目的和基本要求

本课程以系综理论为中心处理平衡态统计物理问题。教学的基本内容包括系综理论基础、涨落和关联、相变与临界现象、重整化群理论和蒙特卡罗数值基础，要求学生掌握统计物理的基本思想和基本方法，能利用系综理论的初步解析手段来处理平衡态统计物理问题，为进一步学习凝聚态物理和从事科学研究打下坚实的基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

一. 绪论及系综理论基础

相空间和运动方程, Liouville 定理及其意义; 微正则系综, 微正则分布与热力学公式, 应用。

二. 正则系综及巨正则系综

系统与热库的平衡, 正则系综, 配分函数和热力学量, 正则系综与微正则系综之间的关系; 能量均分定理和Virial 定理, 集团展式, 固体热容量; 顺磁性、负温度, 铁磁相变。系统与粒子库的平衡, 巨正则系综; 巨配分函数和热力学量, 应用, 粒子数起伏。

三. 量子统计初步

量子力学的系综理论: 密度矩阵; 各种系综的统计; 应用举例; 不可区分粒子系统; 自由粒子系统的密度矩阵和配分函数

四. 相变与临界现象 (I)

连续相变; 举例和模型, 临界指数, Landau 平均场理论, 标度定律。

五. 统计物理中的数值计算初步

Monte Carlo 初步; Metropolis 算法; Cluster 算法; 物理量计算; 2D Ising 模型; 量子 Monte Carlo 初步。

六. 相变与临界现象 (II)

实空间重正化群方法, 动量空间重正化群方法, 量子相变初步。

七. 涨落和关联

涨落的准热力学理论, 临界点附近的涨落和关联, 布朗运动理论, 时间关联函数、涨落耗散定理, 应用。

八. 非平衡态统计基础

Boltzmann 积分微分方程, H 定理, 细致平衡原理, 应用。

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
John Cardy	Scaling and Renormalization in Statistical Physics	Cambridge University Press	1996
M Kardar	Statistical Physics of fields	Cambridge University Press	2007
苏汝铿	《统计物理学》(第二版)	高等教育出版社	2004

8.3 计算物理基础

一、基本信息

课程代码	PHYS130075		学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名称	Fundamentals of Computational Physics					

课程类别	专业选修课程		
先修课程		后续课程	
教学方式	课堂讲授	考核方式	平时作业+期末闭卷考试
课程主页			

二、教学目的和基本要求

让学生熟练掌握基于 Mathematica 语言的一些计算方法，并运用它们解决一些物理问题。基本内容包括符号计算和应用、基本数值方法、微分方程、连续系统建模、物理体系的分子动力学模拟方法等

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一~三周 符号计算和应用			
第四~七周 基本数值方法			
第八~十周 微分方程			
第十一~十三周 连续系统建模			
第十四~十六周 物理体系的分子动力学模拟方法等			
教材和教学参考资料：			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
Pual L DeVries	A First Course in Computational Physics	Wiley	1994

8.4 群论

一、基本信息

课程代码	PHYS130068		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
课程英文名称	Group Theory						
课程类别	专业选修课程						

先修课程	量子力学, 固体物理	后续课程	
教学方式	课堂讲授	考核方式	每章布置 5-7 个作业题, 期末考试为闭卷考试。最后考核成绩中平时作业占 30%, 期末考试占 70%。
课程主页	Http://www.vcampus.fudan.edu.cn http://202.120.227.42 ftp://10.45.10.96		

二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习, 掌握群论的基本概念和基本性质, 理解对称性及其在物理学中的应用, 初步掌握点群、空间群及 Lie 群的基本性质, 掌握群表示论的基本方法。基本内容包括群的基本概念, 群表示论, 点群, 空间群, 群论与量子力学, 置换群, Lie 群和 Lie 代数。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

- 第一周 绪论, 群的基本概念.
 第二周 群的同态与同构, 群的直积.
 第三周 群表示论的基本定理.
 第四周 正则表示和基础表示.
 第五周 特征标和特征标表.
 第六周 直积表示及其约化, Clebsch-Gordan 系数.
 第七周 Schrödinger 方程与对称算子, Wigner-Eckart 定理.
 第八周 实表示, 时间反演对称与附加简并.
 第九周 点群.
 第十周 空间群
 第十一周 置换群及其分类, 杨氏图
 第十二周 不可约表示特征标的图形方法.
 第十三周 Lie 群.
 第十四周 $SO(3)$ 群和 $SU(2)$ 群.
 第十五周 无穷小生成元和无穷小算子.
 第十六周 $SU(2)$ 群的不可约表示, 角动量及其耦合.
 第十七周 一般 Lie 群和 Lie 代数及其表示.

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
陶瑞宝	物理学中的群论	上海科技出版社	1986 年
马中骥	物理学中的群论(第二版)	科学出版社	2006 年
韩其智, 孙洪洲	群论	北京大学出版社	1987 年

J.F.Cornwell	Group theory in physics	Academic Press	1984 年
Wu-Ki Tung	Group theory in physics	World Scientific	1985 年

8.5 固体理论

一、基本信息

课程代码	PHYS130100				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	Solid State Theory									
课程类别	专业选修课程									
先修课程	量子力学、固体物理				后续课程	量子多体理论, 凝聚态物理前沿问题				
教学方式	课堂讲授				考核方式	考试				
课程主页										

二、教学目的和基本要求

本课程为凝聚态物理研究的专业基础课, 主要对象为大学高年级学生和低年级研究生, 目的是为他们从事凝聚态物理研究提供必要的理论知识。其中有比较传统的固体理论知识, 例如固体中的元激发, 包括: 声子、磁振子(自旋波量子)、等离激元和准电子等, 以及常规超导体的微观理论、无序系统的理论方法等。同时也介绍凝聚态物理研究的前沿课题, 包括低维强关联电子系统, 例如二维 Hubbard 模型和 t-J 模型及其在高温超导物理中的应用; 量子霍尔效应, 特别是分数量子霍尔效应; 量子掺杂系统等。最后简介凝聚态物理中的一些新奇物态, 例如拓扑物态, 包括拓扑绝缘体和拓扑超导体等的基本概念。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

第一章 不同量子统计性质粒子的二次量子化
 第二章 晶格振动的量子理论: 声子
 第三章 自旋波及其量子化
 第四章 相互作用电子的集体激发: 等离子振荡和准电子; 费米液体的概念
 第五章 超导电性和 BCS 超导理论
 第六章 无序系统简介
 第七章 强关联电子体系 (I): Hubbard 模型和 t-J 模型及其在高温超导体中的应用初步

第八章 强关联电子体系 (II): 分数量子霍尔效应
 第九章 强关联电子体系 (III): 局域杂质磁矩、近藤问题和重费米子
 第十章 凝聚态物理前沿问题简介: 拓扑绝缘体、拓扑超导体、反常量子霍尔效应和 Weyl 半金属

教材和教学参考资料:			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
李正中	固体理论 (第二版)	高等教育出版社	2002 年 10 月
张裕恒等	超导物理	中国科大出版社	1992 年 2 月
R. 泽伦	非晶态固体物理学	北京大学出版社	1988 年 1 月
曾谨言等	量子力学新进展 (第一辑)	北京大学出版社	2000 年 1 月
J. 卡拉威	固体量子理论	科学出版社	1984 年 8 月

8.6 表面物理

一、基本信息

课程代码	PHYS130019			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	Surface Physics								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	固体物理			后续课程					
教学方式	课堂讲授及课后练习			考核方式		平时成绩占 30%，期末考试成绩占 70%			
课程主页	复旦大学 elearning								

二、教学目的和基本要求

让学生掌握表面物理的基础知识以及一些常用的表面分析手段。本课程要求学生了解表面研究的重要性、表面研究的内容和手段，并掌握一些常用表面分析手段的工作原理、应用领域及可以获得的信息，为以后的科研工作打下基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程主要介绍表面物理的基本内容和一些常用的表面分析方法，内容包括表面原子结构、表面组分及表面电子态的研究。一共分八章：

- 第一章：表面及表面物理与表面分析简介；
- 第二章：表面原子结构；
- 第三章：低能电子衍射和掠入射高能电子衍射；
- 第四章：扫描探针显微镜；
- 第五章：表面电子态；
- 第六章：Auger 电子谱；
- 第七章：X 光电子能谱；
- 第八章：紫外光电子谱。

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
丁训民，杨新菊，王迅	Surface Physics and Surfac Analysis	复旦大学出版社	2004
M. C. Desjonqueres	Concepts of surface science	世界图书出版公司	2007
F. Bechstedt	Principles of surface physics	Springer	2003
A. Zangwill	Physics at surfaces	世界图书出版公司	2006
M. Prutton	Introduction to surface Physics	Oxford Science publication	1994
D. P. Woodruff and T. A, Delchar	Modern techniques of surface science	Cambridge Univ.	1994

8.7 半导体物理 A

一、基本信息

课程代码	PHYS130017				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	Semiconductor Physics		
课程类别	专业选修课程		
先修课程	量子力学	后续课程	
教学方式	混合式教学模式,自学网上视频资料,开展网上讨论,每二周一次讨论课	考核方式	网上讨论占 10%, 在线学习及作业占 20%, 讨论课占 30%,期终考试笔试(半开卷) 占 40%
课程主页			

二、教学目的和基本要求

掌握半导体物理的基本概念及基本分析方法,初步学会运用半导体物理知识解决该研究领域的基本问题。

要求学生掌握半导体物理方面的基本物理概念及模型,学会分析问题、解决问题的方法与途径,着重于解决实际问题。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

绪论

什么是半导体?

半导体的主要特征

半导体的发展史

第一章 半导体中的电子能量状态

晶体中的能带及电子能量状态

金刚石晶体的能带

第二章 半导体电子和空穴的平衡态统计分布

状态密度

费米分布函数与玻尔兹曼分布函数

非简并半导体中的导带电子、价带空穴及本征载流子浓度

杂质半导体的载流子浓度

第三章 半导体输运现象

电导的微观理论

强电场下的电导

负微分电导

电磁效应

热电效应

第四章 非平衡载流子

光注入非平衡载流子的产生与复合

准费米能级的确定

间接复合的非平衡载流子寿命

非平衡载流子的扩散

丹倍效应
 第五章 P-N 结
 p-n 结能带图及载流子浓度的分布图（平衡、正向及反向）
 突变结及线性缓变结势垒宽度、势垒电容的计算
 理想 p-n 结的扩散电流
 p-n 结击穿：雪崩击穿电压与掺杂浓度的关系
 简并 P-N 结的能带图及 J-V 关系
 第六章 金半接触
 金半接触势垒模型
 金半接触 J-V 特性：
 肖特基势垒高度的测量与计算
 第七章 半导体表面和界面
 表面电荷与表面势的关系
 MOS 结构的 C-V 特性
 高、低频 C-V 特性及界面态密度的确定
 实验及参数的确定

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
刘恩科，朱秉升，罗晋升等	半导体物理	国防工业出版社	ISBN 号 7-118-01K952

8.8 量子场论

一、基本信息

课程代码	PHYS130069		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
课程英文名称	Quantum Field Theory						
课程类别	专业选修课						
先修课程	Quantum Field Theory (Fall semester)		后续课程	Gauge Field Theory (Spring semester)			
教学方式	Blackboard lectures		考核方式	Three written exams, graded in 100/100 points			
课程主页	http://phys.fudan.edu.cn/f7/88/c7605a63368/page.htm						

二、教学目的和基本要求

The purpose of this course is to provide students with a solid background on the quantum theory of fields. This is a subject nowadays ubiquitous in physics, which cannot be ignored by undergraduate or Ph.D. students who want to become successful theorists active in high energy physics of condensed matter. The course is then organized in such a way to empower students to calculate any kind of Feynman diagrams and cross section in Quantum Electrodynamics, which is the main topic of the course. Besides this latter, we will also focus on more theoretical issues, such as renormalizability, and spontaneous symmetry breaking, including the Higgs mechanism. The overall objective of the course will be then to drive students toward an autonomous ability of learning, analyzing problems and providing original solutions to questions provided over the written exams. Text of written exams are similar to the selection proves assigned to enter the most advanced and renown PhD program in high energy physics in the world. The goal of this class is then to have students able to compete with their colleagues in other top institutions in the world.

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

- 1 The photon and the electromagnetic field
- 2 Classical formulation of a field theory
- 3 Quantization of the scalar field
- 4 Quantization of the Dirac field
- 5 Covariant quantization of the electromagnetic field
- 6 Perturbative expansion of the S-matrix
- 7 Perturbative expansion in quantum electrodynamics
- 8 Selected topics of renormalization theory
- 9 Weak interactions
- 10 Gauge theory of the Weak Interactions and Electromagnetism
- 11 Spontaneous symmetry breaking and the Higgs boson

教材和教学参考资料:

- [1] F.Mandl and G.Shaw, Quantum Field Theory, J.Wiley 1995 .
- [2] Notes from N. Cabibbo on the "Covariant quantization of the electromagnetic field".
- [3] Notes from N. Cabibbo on the "Compton effect."
- [4] Notes on the process $e+e\rightarrow\mu+\mu$:
- [5] Notes from N. Cabibbo on "Bremsstrahlung and infrared divergency."
- [6] Notes from N. Cabibbo on "Super_cial divergencies in Quantum Field Theory."
- [7] Notes from N. Cabibbo on "Weak interactions: Fermi theory, muon and neutron decays."
- [8] Notes from N. Cabibbo on "Leptonic decay of the W boson."
- [9] Notes from N. Cabibbo on "Gauge Invariance."
- [10] Notes from N. Cabibbo on "Electron-neutrino scattering."
- [11] Notes on "The Higgs boson: cross section and detection."

8.9 微分几何初步（物理学）

一、基本信息

课程代码	PHYS130115				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 differential geometry and application in physics								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	Linear algebra, Calculus, Classical mechanics				后续课程				
教学方式	Lectures				考核方式		Homework 80% + final exam 20%		
课程主页									

二、教学目的和基本要求

We will learn the following subjects.

1. differential manifolds, Riemannian manifold, complex manifolds
2. theory of differential forms, harmonic forms
3. vector bundles, connections, curvature, characteristic classes
4. homology, cohomology, fundamental groups, homotopy groups

relations to physics such as electromagnetism, general relativity, quantum physics, condensed matter physics

Course Requirements:

- (1) Master the basic knowledge and basic theory of mechanics, construct their own knowledge structure of 2d CFTs, and deeply understand the systemicity, rigor and integrity of the mechanics system.
- (2) Greatly improve the ability to understand and analyze problems in 2d CFTs.
- (3) Have a critical spirit and a good ability to express.
- (4) Comprehensively improve the literacy of physics and lay a solid foundation for further study of other physics courses.
- (5) Improve the ability to discover, ask, think, solve, and acquire new knowledge in learning and work.

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

In this course, I will explain basics of differential geometry and topology and their applications to physics. The theory of differential forms is indispensable for Maxwell's electro-magnetic theory. Einstein's general relativity has been established based on Riemannian geometry. Non-perturbative quantum effects like Aharonov-Bohm effect, Dirac monopoles, Berry phase, quantum Hall effects, instantons, and anomaly have deep connections to vector bundles and characteristic classes. Therefore, this course introduces to basic concepts of differential geometry and topology. In addition, I will explain

many aspects of physics from the viewpoint of geometry and topology. The course will be taught in English.

lecture1 (Introduction and Euler characteristics)

lecture2 (manifolds, tangent spaces, vector fields, tangent bundles)

lecture3 (cotangent bundles, differential forms)

lecture4 (de Rham cohomology, metric, harmonic forms, Hodge theorem, Poincare duality)

lecture5 (Riemannian geometry, Einstein equations, Gauss-Bonnet theorem)

lecture6 (homotopy, fundamental groups, homotopy groups)

lecture7 (simplicial complex, homology, Lefschetz fixed-point theorem, Poincare-Hopf theorem)

lecture8 (Lie groups, Lie algebras, vector bundles)

lecture9 (principal G-bundles, connections, curvatures, Yang-Mills action)

lecture10 (characteristic classes, Chern-Weil theory)

lecture11 (flat connections, Chern-Simons theory)

lecture12 (index theorem, Hirzebruch-Riemann-Roch theorem, anomaly, supersymmetry)

lecture13 (quantum Hall effects)

lecture14 (Topological phases of matters)

lecture15 (topological insulator)

lecture16 (Weyl semimetal)

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
侯伯元	物理学家用微分几何(第2版)	科学出版社	2007年
Shigeyuki Morita	Geometry of differential forms	American Mathematical Society	2001

8.10 高等电动力学

一、基本信息

课程代码	PHYS130080				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	Advanced Electrodynamics										
课程类别	专业选修课程										
先修课程	电动力学、数学物理方法				后续课程						

教学方式	课堂讲授	考核方式	考试
课程主页			

二、教学目的和基本要求

掌握电动力学各主要领域的基本知识，在解决问题过程中锻炼科研能力。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. Mathematical preliminaries and Maxwell equations
2. Conducting and dielectric matters, quantum dots
3. Laplace and Poisson's equation, Green's function
4. Magnetostatics, magnetic multipoles, magnetic matter
5. Waves in vacuum, simple matter, dispersive matter, and effective media
6. Scattering and diffraction: Thomson, Raleigh, Mie scattering
7. Special relativity: Covariance of physical laws, EOM of charged particles and spins

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
Andrew Zangwill	Modern Electrodynamics	Cambridge University Press	2012
L. D. Landau, E. M. Lifshitz, L. P. Pitaevskii	Electrodynamics of Continuous Media	Butterworth-Heinemann	1984
J. D. Jackson	Classical Electrodynamics	Wiley	1999
David J. Griffiths	Introduction to Electrodynamics	Benjamin Cummings	1999
Ping Sheng	Introduction to Wave Scattering, Localization, and Mesoscopic Phenomena	Academic Press	2006

8.11 非线性光学

一、基本信息

课程代码	PHYS130124		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
课程英文名称	Nonlinear Optics						

课程类别	专业选修课程		
先修课程	大学物理-光学, 电动力学	后续课程	
教学方式	课堂讲授	考核方式	平时(30%): 包括出席情况5%, 作业 25%; 期末(70%): 闭卷考试。
课程主页			

二、教学目的和基本要求

使学生掌握非线性光学过程和效应的基本概念, 了解非线性光学方法在激光科学、物质科学等学科中的重要应用。

基本要求:

熟练掌握大学物理力学、光学课程, 熟悉电动力学和固体物理的基础知识。

三、课程基本内容(含章节名称和知识点)

固体中的线性光学效应; 非线性光学简介; 非线性光学响应的模型分析; 非线性光学相互作用波方程描述; 二阶近似中的非线性光学; 受激 Raman 散射; 电光和光折变效应; 超快和强场非线性光学。

教学内容安排:

教学周 教学内容及预期效果 作业/实验

- 1 固体光学: 简谐振子模型, 0
- 2 固体光学: 自由电子气 (Drude) 模型、共振与色散 1 作业
- 3 非线性光学简介: 讨论班 1 1 作业
- 4 非线性光学响应的模型分析: 非简谐振子模型 1 作业
- 5 非线性光学响应的模型分析: 自由电子气模型 1 作业
- 6 非线性光学相互作用波方程描述 1 0
- 7 非线性光学相互作用波方程描述 2 1 作业
- 8 二阶近似中的非线性光学: 和频过程 1 作业
- 9 二阶近似中的非线性光学: 倍频过程 1 作业
- 10 二阶近似中的非线性光学: 差频与光参量过程 1 作业
- 11 受激 Raman 散射 1 作业
- 12 四波混频 1 作业
- 13 电光效应 1 作业
- 14 光折变效应 1 作业
- 15 超快和强场非线性光学 1 作业
- 16 非线性光学前沿简介: 讨论班 1 作业

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月

Robert W.Boyd	非线性光学	世界图书出版公司	2019 年 08 月
---------------	-------	----------	-------------

8.12 基础物理建模

一、基本信息

课程代码	PHYS130105				学分	2		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	Basic Physics Modeling											
课程类别	专业选修课程											
先修课程					后续课程							
教学方式	实验+讨论				考核方式				课题论文和汇报			
课程主页	http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:interesting_problems:start											

二、教学目的和基本要求

本课程要求学生自行组成研究小组承担两个或以上的 IYPT (国际青年物理学家竞赛) 开放课题的研究工作, 培养学生较独立地开展课题探索研究的能力, 特别是物理建模的思维能力和实验设备搭建相关的能力。课程还将通过专门组织的辩论赛训练学生做学术报告和开展学术讨论的能力。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

备选题目因年而异, 2016年选题如下:

1. Invent yourself
2. Lagging Pendulum
3. Acoustic Lens
4. Super Ball
5. Ultrahydrophobic Water
6. Electric Honeycomb
7. Hot Water Fountain
8. Magnetic Train
9. Water Waves
10. Light Rings
11. Rolling on a Disc
12. Van der Pauw Method

13. Paper Vice
14. Sensitive Flame
15. Contactless Calliper
16. Frisbee Vortices
17. Crazy Suitcase

课程进度:

- 第一周: 课程介绍、自主选课题;
 第二-六周: 第一个课题探索 (含一次实验技术讲座)
 第七周: 课题进展汇报
 第八-十二周: 第二个课题探索 (含一次实验技术讲座或讨论)
 第十三周: 课题进展汇报
 第十四-十六周: 完善前二个课题或探索第三个课题
 第十七周: 期末汇报

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
沈元华等	基础物理实验	高教出版社	2003
沈元华等	设计性研究性物理实验教程	复旦大学出版社	2004
John R. Taylor	An Introduction to Error Analysis	University Science Books	1997
G.L. Squires	Practical Physics	Cambridge University Press	2001
John H. Moore et al	Building Scientific Apparatus	Cambridge University Press	2009

8.13 科学写作

一、基本信息

课程代码	PHYS110018				学分	2		周学时	2	
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	Scientific Writing									
课程类别	专业选修课程									
先修课程					后续课程					

教学方式	课堂讲授	考核方式	出勤+作业+设计报告 ppt
课程主页			

二、教学目的和基本要求

开设本课程的目的是培养和提高研究生的科学写作能力,以熟练应对研究生期间及未来走向工作岗位后涉及科学写作的若干情形。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

科学写作是研究生必备的专业基本技能。首先,本课程将重点介绍以下内容: 导言以及科学写作的重要性; 科学写作的素材是怎么来的; 如何撰写学术期刊研究论文, 包含标题、摘要、导言、理论、实验、结果讨论、图形说明、总结、参考文献、附录、补充材料; 如何设计并做学术报告; 如何撰写学位论文; 如何设计学位论文答辩PPT并做汇报。然后, 以下内容将视情况, 或在课堂简要讲解, 或给资料让学生自学、讨论, 即: 如何撰写学术期刊综述论文; 如何撰写学术专著; 如何撰写专利; 如何撰写科普文章; 如何撰写基金申请书; 如何设计简历; 如何写邮件和交流。

教学内容安排:

1. 讲授并让学生掌握: 导言以及科学写作的重要性、科学写作的素材是怎么来的;
2. 讲授并让学生掌握: 如何撰写学术期刊研究论文, 包含讲授并让学生掌握: 如何撰写学术期刊研究论文, 包含标题、摘要、导言、理论、实验、结果讨论、图形说;
3. 讲授并让学生掌握: 如何设计并做学术报告;
4. 讲授并让学生掌握: 如何撰写学位论文;
5. 讲授并让学生掌握: 如何设计学位论文答辩PPT并做汇报;
6. 讲授并让学生掌握: 如何撰写学术期刊综述论文; 如何撰写学术专著; 如何撰写专利; 如何撰写科普文章; 如何撰写基金申请书; 如何设计简历; 如何写邮件和交流;
7. 学生课堂演讲。

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
J. Bizup and J. M. Williams	Style: Lessons in Clarity and Grace	Pearson	2014 年

8.15 AI 物理

一、基本信息

课程代码	AIS531004				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	AI Physics		
课程类别	专业选修课程		
先修课程		后续课程	
教学方式	课堂讲授	考核方式	平时课堂表现占 20%，作业为项目形式（3 次左右）占 30%，期末以课程论文形式占 50%。
课程主页			

二、教学目的和基本要求

本 AI 课程的建设理念是“交叉融合，数智驱动”，致力于将计算物理学核心理论与人工智能技术相结合，通过实践驱动的教学方式培养学生解决计算物理问题的能力。

通过本课程的学习，使学生掌握扎实的计算物理学基础和人工智能相关技术，使其能够多角度、多维度地构建计算物理与人工智能相融合的知识体系，在此基础上培养学生在物理和 AI 领域的跨学科思维，培养他们在学习和工作中以该思维方式发现问题、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、科学精神和创新能力。

基本要求：

知识要求——本课程学期结束后，学生应当：

1. 能够掌握机器学习方法的基本概念和理论；
2. 能够了解电子结构计算的基本原理，掌握机器学习方法在此方面的应用，并用来解决相关问题；
3. 能够了解分子动力学模拟的基本原理，掌握利用机器学习进行分子动力学模拟的基本方法，并用来解决相关物理问题；
4. 能够了解材料逆向设计的基本原理和方法，掌握利用机器学习方法加速材料逆向设计的思想，并用来解决相关物理问题；
5. 能够建立计算与 AI 物理在解决物理问题方面的思维逻辑。

高阶要求——本课程学期结束后，学生应当：

1. 能够审视 AI 物理的意义和价值，重新建立对物理研究范式的看法；
2. 能够形成自己的一套基于 AI 物理思维方式的逻辑体系，在以后的学习和工作中遇到相关问题时能够在计算和 AI 物理知识中找到相应的原理和解决方案；
3. 能够了解 AI 方法在解决物理问题方面的局限性，探索物理能够为 AI 的发展和应用提供哪些有意义的帮助和支撑。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

- 1、机器学习基础：包括机器学习问题流程，数值优化基础和算法，基本回归和分类问题，神经网络；
- 2、机器学习与电子结构计算：固体物理基础，紧束缚模型，密度泛函理论，能带结构计算，哈密顿量神经网络构建与训练；

- 3、机器学习与分子动力学模拟：包括统计物理基础，经典分子动力学方法，第一原理分子动力学方法，势函数和势能面问题，神经网络势函数的构建与训练；
- 4、机器学习与材料逆向设计：包括材料设计一般思想和传统算法，贝叶斯理论，晶体结构理论。

教学内容安排（课堂授课 54 学时，授课内容如下）：

绪论+机器学习基础知识准备（9 学时）

AI 物理导论、机器学习一般原理、数值优化方法、回归问题、分类问题、神经网络基础

固体物理基础（6 学时）

晶格周期性与对称性、布洛赫定理、能带结构、紧束缚模型

密度泛函理论（6 学时）

玻恩-奥本海默近似、单电子近似、KS 方程、交换关联泛函、赝势、波函数基矢

机器学习电子结构计算方法（9 学时）

图神经网络、等变性、机器学习哈密顿量构建原理、机器学习电子结构计算应用

分子动力学模拟方法（9 学时）

牛顿方法积分算法、经典势函数简介、系综、等温分子动力学、等压分子动力学、非平衡分子动力学、物理量计算、第一性原理分子动力学

机器学习势函数（9 学时）

结构描述子方法、图神经网络方法、机器学习势函数构建与应用

机器学习材料逆向设计简介（6 学时）

材料设计一般思想和传统算法，贝叶斯理论，机器学习材料逆向设计

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
	无		

8.16 机器学习在物理实验中的应用

一、基本信息

课程代码	AIS310013				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	Applications of Machine Learning in Physical Experiments										
课程类别	专业选修课程										
先修课程					后续课程						

教学方式	理论+实验	考核方式	每个实验满分 10 分，共 40 分，期末口头汇报成绩为 60 分，合计 100 分。最后根据总分，评定学生等级。
课程主页			

二、教学目的和基本要求

<ol style="list-style-type: none"> 理解机器学习在物理实验中的应用: 学生将通过具体的例子和案例，理解机器学习在物理实验中的应用，包括数据处理、模型建立、模型训练和参数优化、以及模型的部署和预测全部流程。 掌握机器学习技术: 学生将学习并掌握各种机器学习技术，包括监督学习、无监督学习、深度学习等，更重要的是，学会如何选择和使用适合的机器学习算法解决特定的物理问题。 培养实践能力和创新思维: 通过实践项目，学生将有机会将所学知识应用到实际的物理实验中，提高他们的实践能力和创新思维。 提高独立解决问题的能力: 实践项目将由学生独立完成，并与教师充分讨论，在这个过程中学生将学会如何独立解决问题，包括问题的定义、问题的分析、解决方案的设计和实施，以及结果的评估和优化。学生可以通过和教师讨论，选择具体的物理实验项目并将机器学习应用到新的实验项目之中。 <p>基本要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 掌握 Python 编程基础知识，使用机器学习完成物理实验中的应用完整流程，包括数据采集与清洗、模型建立、模型训练、参数优化、模型部署和应用。 学习各种机器学习技术，包括监督学习、无监督学习和深度学习。 能够选择和使用适合的机器学习算法解决特定的物理问题。 理论+实验根据个人兴趣选择新的实验项目，并独立设计机器学习的应用方案。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

<p>《机器学习在物理实验中的应用》是物理类本科生的专业选修课。本课程的理论教学内容涵盖物理实验数据采集（包括仿真数据）、物理模型建立、基于模型的机器学习训练、模型部署和预测等。学生在上半学期学习理论内容后，会在下半学期的实践项目中应用这些技术，包括光神经网络、混沌摆、声源定位和空间磁场预测等四个实验。在真实的实验环境中将机器学习技术应用起来。同时学生还可以自行设计新的实验项目。通过跨学科融合、理论与实践结合、项目导向学习等方式，本课程将培养 AI for Science 前沿科技人才，提升学生解决高维问题的能力，锻炼学生科学思维模式，掌握新的科研范式，助力未来学术研究和职业发展。</p> <p>教学内容安排:</p> <p>共计 16 周，其中 1-7 周为理论授课，8-15 周为实验和课程实践，第 16 周为口头汇报考试。</p> <p>理论</p> <p>第 1 周: 课程介绍与数据采集</p>

课程目标和结构介绍

物理实验中的数据采集方法

数据采集设备和技术：传统测量设备与现代传感器技术

实验设计与数据质量控制

第 2 周：数据预处理与分析

数据清洗与整理

特征提取与选择

数据可视化技术

数据集划分：训练集、验证集和测试集

第 3 周：物理模型建立

基本物理模型概念

模型选择与拟合

模型评估标准：准确性、精度、召回率、F1 值等

第 4 周：监督学习

监督学习基础

常用算法：线性回归、逻辑回归、支持向量机、决策树、随机森林等

过拟合与欠拟合

第 5 周：无监督学习

无监督学习基础

常用算法：聚类（K-means、层次聚类）、降维（PCA、t-SNE）

聚类评估标准与应用

第 6 周：深度学习与神经网络

深度学习基础

神经网络结构：前向神经网络、卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）

深度学习框架与工具：PyTorch 等

第 7 周：机器学习模型的部署和预测

部署技术：Docker、Kubernetes、Flask、Streamlit

实践：将模型打包并部署到服务器上

模型预测：实时预测与批量预测

性能评估：准确性、精度、召回率、F1 值、ROC 曲线

实验

第 8-9 周：光神经网络实验

光学调控器件与光信号处理技术介绍
实验数据采集与预处理
机器学习模型训练与测试
实验结果与性能评估

第 10-11 周：混沌摆实验

混沌摆系统介绍与物理特性分析
数据采集与预处理：传感器与高速摄像机
机器学习模型训练与预测
实验结果与性能评估

第 12-13 周：声源定位实验

声源定位原理与应用介绍
声音数据采集与处理：光纤麦克风阵列与仿真数据生成
机器学习模型训练与预测
实验结果与性能评估

第 14-15 周：空间磁场预测实验

空间磁场数据采集与处理
物理模型建立与机器学习训练
空间磁场分布预测与验证
实验结果与性能评估

第 16-18 周：自选研究项目+期末口头汇报

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
周志华	机器学习	清华大学出版社	2016 年 1 月

8.16 物理前沿导论

一、基本信息

课程代码	PHYS130127				学分	2	周学时	2
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 Frontiers of Physics							
课程类别	专业选修课程							
先修课程					后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式	课程采用 P/NP 的方式，其中平时成绩占 30%（出勤和课堂表现），期末论文占 70%（期末任选一个研究方向撰写一篇综述论文）。		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

本课程的目的给物理学专业一年级本科生搭建一个师生交流平台，帮助学生尽快熟悉物理学系的骨干教师及其研究方向，了解物理学科前沿，培养科学创新思维，坚定专业意向，为后续确定研究方向和进入课题组从事科研实践奠定基础。

基本要求：

物理英才班和物理强基班同学必修，其它班同学选修。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

物理学系重点发展凝聚态物理、理论物理、计算物理、光物理与原子分子物理、粒子物理与核物理、天文与天体物理这六个研究方向，通过各研究方向教师每人 1 个学时的介绍，使学生深入了解不同方向的前沿问题，培养科研兴趣，提升科学素养。

第 1-16 周 由不同研究方向的教师轮流介绍各自研究领域的前沿物理问题以及各自课题组所从事的研究内容，每位教师一个学时。

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
	无		

8.17 科研实践

本课程的实施方案为：选课学生在第 5 或 6 学期开学注册之前，自行联系指导老师，申请参与老师的课题研究。在得到指导老师同意并确定研究课题后即可开始科研实践；在学期开学后第二个教学周之前将课题名称和指导老师信息上报系教务室。选修该门课的学生期末要上交一份《科研实践报告》并参加物理系组织的集中答辩。

期末成绩包括指导老师根据学生提交的《科研实践报告》确定的成绩和参加集中答辩由答辩老师评定的成绩。总成绩由这两部分成绩综合决定。

第 9 章 课程简介：专业进阶模块 II 课程

选择专业进阶路径须修读专业进阶模块 II 中 9 个学分课程（荣誉项目路径的学生须 13 学分），修读的专业进阶模块 I 超出 15 学分的部分可替代专业进阶模块 II 学分。

§ 9.1 理论物理

9.1.1 广义相对论

一、基本信息

课程代码	PHYS130046				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	General Relativity								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	理论物理基础课程				后续课程				
教学方式	课堂讲授				考核方式	平时作业占 30%，期末考试占 70%。			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

介绍广义相对论的基本物理知识及最新发展；内容包括广义相对论的物理基础，黎曼空间的张量运算，爱因斯坦场方程，广义相对论的实验验证，黑洞物理，宇宙学等。

课程旨在使学生理解广义相对论基本原理，掌握广义相对论的基本理论和一些计算技巧，能初步运用广义相对论研究黑洞和宇宙学的一些问题。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一章 狭义相对论与 Newton 引力理论

- 1.1 Newton 引力理论
- 1.2 Lorentz 变换
- 1.3 Minkowski 空间中的张量
- 1.4 电动力学的四维形式
- 1.5 相对论流体
- 1.6 时钟变慢与长度缩短

第二章 微分几何与张量分析

- 2.1 微分流形
- 2.2 流形上的张量
- 2.3 微分形式
- 2.4 Riemann 流形
- 2.5 联络与协变微分
- 2.6 曲率张量
- 2.7 Lie 导数与 Killing 向量

第三章 Einstein 场方程及球对称解

- 3.1 Newton 极限
- 3.2 Einstein 场方程
- 3.3 Schwarzschild 解
- 3.4 Birkhoff 定理
- 3.5 Reissner-Nordstrom 解
- 3.6 Kerr-Newman 度规

第四章 广义相对论的实验验证

- 4.1 引力红移
- 4.2 行星轨道的近日点进动
- 4.3 光线在引力场中的偏折
- 4.4 雷达回波延迟
- 4.5 引力场中的时钟效应

第五章 黑洞

- 5.1 Schwarzschild~黑洞
- 5.2 Kruskal-Szekeres~坐标
- 5.3 Penrose 图, Kerr 黑洞
- 5.4 黑洞热力学
- 5.5 Hawking 辐射

第六章 宇宙学

- 6.1 宇宙学原理
- 6.2 Robertson-Walker 度规
- 6.3 标准宇宙模型
- 6.4 微波背景辐射
- 6.5 早期宇宙

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
----	------	-----	------

Lewis Ryder	Introduction to General Relativity (2 nd Ed.)	Cambridge University Press	2009
S. Weinberg	Gravitation and Cosmology	John Wiley & Sons	1972
Ta-Pei Cheng	Relativity, Gravitation and Cosmology: A Basic Introduction (2 nd Ed.)	Oxford University Press	2010
R. M. Wald	General Relativity	University Of Chicago Press	1984
T. Padmanabhan	Gravitation: Foundations and Frontiers	Cambridge University Press	2010
Bernard Schutz	A First Course in General Relativity (2 nd Ed.)	Cambridge University Press	2009
Sean Carroll	Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity	Benjamin Cummings	2003
M. P. Hobson G.P.Efstathiou A. N. Lasenby	General Relativity: An Introduction for Physicists	Cambridge University Press	2006
C. W. Misner, Kip S. Thorne, J. Wheeler	Gravitation	Freeman	1973
J. B. Hartle	Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity	Benjamin Cummings	2003

9.1.2 规范场理论

一、基本信息

课程代码	PHYS130106				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	Gauge Theories									
课程类别	专业选修课程									
先修课程	量子场论				后续课程					
教学方式	课堂讲授				考核方式		根据以下三个方面考核：一、课后作业；二、教学团队推荐的参考文献的阅读；三、小型研究课题的参与情况			
课程主页										

二、教学目的和基本要求

着重展示规范场理论在凝聚态物理和高能粒子物理、引力理论上应用的类比和相似性。在这个框架下，讲解量子场论的重要内容，如重整化，规范不变性，量子反常和路径积分量子化。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一周到第二周，经典场论
第三周到第四周，量子场的路径积分
第五周到第六周，重整化理论
第七周到第八周，Yang-Mills 场的费曼规则
第九周到第十周，量子反常
第十一周到第十二周，非微扰量子色动力学
第十三周到第十四周，引力和 SU(2) 群
第十五周，主丛和规范理论的协变量子化
第十六到十七周，复习课，考试

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
S. Pokorski	Gauge Field Theories	Cambridge University Press	2000
Knots and Gravity, J. Baez & J. P. Munian	Gauge fields	World Scientific	1994
J. Zinn-Justin	Quantum Field Theory and Critical Phenomena	Clarendon Press	1996

9.1.3 量子计算与量子信息

一、基本信息

课程代码	PHYS130067				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	Quantum Computation and Quantum Information							
课程类别	专业选修课程							
先修课程	量子力学 I				后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式		闭卷考试	

二、教学目的和基本要求

本课程讲解量子力学的若干基本问题以及量子信息的基本概念；目的在于让学生了解量子信息这一前沿领域的基本情况，打下进一步学习、研究的基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第 1 章 经典信息与经典计算

- 1.1 图灵机
- 1.2 计算的线路模型
 - 1.2.1 二进制算术
 - 1.2.2 基本逻辑门
 - 1.2.3 通用经典计算
- 1.3 能量和信息
 - 1.3.1 麦克斯韦妖
 - 1.3.2 Landauer 原理
 - 1.3.3 从信息提取功
- 1.4 可逆计算

第 2 章 量子力学引论

- 2.1 量子力学基本假设
- 2.2 量子力学与线性矢量空间
- 2.3 Stern-Gerlach 实验
- 2.4 EPR 佯谬和贝尔不等式

第 3 章 量子计算

- 3.1 量子比特
 - 3.1.1 Bloch 球
 - 3.1.2 量子比特态的测量
- 3.2 量子计算的线路模型
- 3.3 单量子比特门
- 3.4 受控门和纠缠的产生
- 3.5 通用量子门
- 3.6 函数赋值
- 3.7 Deutsch 算法
- 3.8 量子搜索
- 3.9 量子傅里叶变换
- 3.10 周期求解与 Shor 算法
- 3.11 物理实现

第 4 章 量子通信

- 4.1 经典密码术
- 4.2 不可克隆定理
- 4.3 量子密码术

- 4.3.1 BB84 方案
- 4.3.2 E91 方案
- 4.4 密集编码
- 4.5 量子隐形传态

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
G. Benenti, G. Casati, 王文阁、李宝文译	量子计算与量子信息原理（第一卷：基本概念）	科学出版社	2011
M. A. Nielsen and I. L. Chuang,	Quantum Computation and Quantum Information	高等教育出版社	2003
张永德	量子信息物理	科学出版社	2008
G. Benenti and G. Casati	Principles of quantum computation and information (VOL.I)	World Scientific	2007
G. Benenti and G. Casati	Principles of quantum computation and information (VOL.II)	World Scientific	2007
G. Alber 等	Quantum Information	Springer	2001

9.1.4 共形场论

一、基本信息

课程代码	PHYS130111				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	Conformal Field Theory									
课程类别	专业选修课程									
先修课程	量子力学 I、经典场论				后续课程					
教学方式	课堂讲授				考核方式		作业+闭卷考试			
课程主页										

二、教学目的和基本要求

本课程旨在向高年级本科生和研究生介绍共形场论的基本概念，公理化定义，主要计算方法，特别是非微扰方法，使学生能够掌握这一基本工具，并了解其在统计物理，凝聚态物理，粒子物理与弦论中的广泛应用。

本课程从介绍路径积分量子化，重整化群，不动点，普适类，标度律，临界指数，标度不变与共形不变开始，到共形场论的公理化定义，内容涵盖共形对称性，原初算符，共形关联函数，径向量子化，态-算符对应，反射正定性与么正性，算符乘积展开，共形 block, bootstrap 方程，共形反常，‘t Hooft 反常，Virasoro 代数，模不变性等内容。并介绍近年来发展的共形 bootstrap 方法（包括数值方法）。高级选讲部分为共形微扰论，超共形场论，AdS/CFT，大量子数展开，SYK 模型，defect 和边界，共形场论中的量子纠缠，c 定理，有限温度共形场论。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学周：

- 1) 3 节课分别为：场的路径积分量子化与关联函数，对称性与守恒律，能动张量
- 2) 量子统计，临界现象与标度律，重整化群（格点模型与连续模型）
- 3) 庞加莱群与共形群，经典场的共形对称性，量子场的共形对称性
- 4) 能动张量守恒，Ward 恒等式，对称性算符
- 5) 共形代数，对易关系，有限共形变换
- 6) 共形表示及算符的有限共形变换，原初算符，descendants
- 7) 标量算符关联函数，张量算符，共形关联函数
- 8) 径向量子化，态算符对应，Hilbert 空间
- 9) 么正性，反射正定，实算符与复算符
- 10) 么正性应用，守恒流算符，其关联函数
- 11) 算符乘积展开，自洽条件，应用算符乘积展开
- 12) 2 维共形场论，Virasoro 代数，模不变性
- 13) 共形反常，‘t Hooft 反常，c 定理
- 14) 共形 block，径向量子化中的表述，共形 Casimir
- 15) 共形 Bootstrap，交叉对称性，同类算符的交叉对称性
- 16) 解析 bootstrap 方法，数值 bootstrap 方法
- 17) 3 维伊辛模型，数值进展
- 18) 开卷考试

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
	自写讲义		
Francesco, Mathieu,	《Conformal Field Theory》	Springer	2009

Senechal			
----------	--	--	--

9.1.5 量子多体理论

一、基本信息

课程代码	PHYS130123				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	Quantum Many-Body Theory								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	量子力学, 固体物理				后续课程				
教学方式	以线下授课为主, 辅以研讨、展示、课后作业与自主学习。				考核方式	出勤 10%+课堂小测 10%+平时作业 20%+专题研究 20%+期末考试 40%			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

完成本课程后, 学生将能够

1. 运用路径积分描述量子多体系统中的统计行为;
2. 运用微扰论展开、平均场、重整化群等方法分析路径积分的行为, 尤其是计算准粒子谱函数、电导等基本物理量;
3. 批判性阅读和总结量子多体物理前沿文献, 拓展视野。

基本要求:

量子力学, 统计力学; 了解二次量子化方法。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

研究宏观尺度下的量子多体系统的演生规律是量子物理的重要方向。本课程旨在培养学生掌握量子多体物理的路径积分方法, 为开展多体物理的前沿研究做好准备。学生将在课程中将通过自由粒子、弱相互作用电子气、超导与超流等一系列物理模型, 系统性的学习二次量子化、平衡态量子场论、微扰论展开、平均场方法、响应函数理论、重整化群等内容。

教学内容安排:

1. 二次量子化方法基础;

2. 二次量子化应用;
3. 单粒子路径积分;
4. 多体系统的虚时间场论 I;
5. 多体系统的虚时间场论 II;
6. 多体系统的实验测量;
7. 响应函数理论;
8. 微扰展开与费曼图 I;
9. 微扰展开与费曼图 II;
10. 微扰展开与费曼图 III;
11. 鞍点近似与大 N 展开;
12. 平均场方法与超流体;
13. 平均场方法与超导体;
14. 重整化群与临界现象 I;
15. 重整化群与临界现象 II;
16. 专题讨论与展示。

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
A. Altland & B. Simons	Condensed Matter Field Theory	Cambridge University Press	2023
N. Nagaosa	Quantum Field Theory in Condensed Matter Physics	Springer	1999

§ 9.2 粒子、天体物理与宇宙学

9.2.1 粒子物理、核物理、宇宙学前沿

一、基本信息

课程代码	PHYS130038				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	COSMOLOGY AND PARTICLE PHYSICS								
课程类别	专业选修课								
先修课程					后续课程				
教学方式	课堂讲授				考核方式	期中期末考试			

二、教学目的和基本要求

In the last 15 years, cosmology has become a mature research field, especially thanks to new high precision observational data. The success of the Standard Model of the Hot Big Bang confirms the validity of its two main ingredients, general relativity and the Standard Model of particle physics. Despite that, current observations definitively require new physics. The origin of the present acceleration rate of the expansion of the Universe is completely unknown. The rotational velocity curves of galaxies and other observations require the existence of dark matter, which cannot be made of particles of the Standard Model. The observed asymmetry between matter and antimatter cannot be explained in the context of the Standard Model of particle physics. An accelerated expansion rate era in the very early Universe, usually referred as inflation, also requires physics beyond the Standard Model.

The aim of this course is to provide the students a basic knowledge of the evolution of the Universe according to the Standard Model of Hot Big Bang, pointing out its successes (expansion of the universe, primordial formation of light elements, cosmic microwave background radiation) and its limitations. The latter are the strongest motivation for the search of new physics beyond the Standard Model of particle physics. Cosmology can also be a powerful tool to constrain new physics and it can therefore be seen as an alternative to colliders on Earth to probe high energy particle physics phenomena.

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

Week 1: Introduction

Week 2: Brief review of general relativity

Week 3: Brief review of the Standard Model of particle physics

Week 4: FRW metric and cosmological models

Week 5: Thermodynamics in the early Universe

Week 6: Big bang nucleosynthesis

Week 7: Cosmic microwave background radiation

Week 8: Inflation

Week 9: Phase transitions

Week 10: Baryogenesis

Week 11: Dark matter

Week 12: Dark energy

Week 13: Cosmic rays

Week 14: Successes and limitations of the Standard Model of the Hot Big Bang

教材和教学参考资料：			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
Lars Bergstrom and Ariel Goobar	Cosmology and Particle Astrophysics	Springer	2003

9.2.2 宇宙学导论

一、基本信息

课程代码	PHYS130101				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 cosmology								
课程类别	专业选修课								
先修课程					后续课程				
教学方式	课堂讲授				考核方式	期中期末考试			
课程主页	http://arxiv.org/ ; http://inspirehep.net/?ln=en								

二、教学目的和基本要求

The aim of this course is to provide the students a basic knowledge of the evolution of the Universe according to the Standard Model of Hot Big Bang, pointing out its successes (expansion of the universe, primordial formation of light elements, cosmic microwave background radiation) and its limitations. The latter are the strongest motivation for the search of new physics beyond the Standard Model of particle physics. Cosmology can also be a powerful tool to constrain new physics and it can therefore be seen as an alternative to colliders on Earth to probe high energy particle physics phenomena.

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

Week 1: Introduction
 Week 2: Brief review of general relativity
 Week 3: Brief review of the Standard Model of particle physics
 Week 4: FRW metric and cosmological models
 Week 5: Thermodynamics in the early Universe
 Week 6: Big bang nucleosynthesis

Week 7: Cosmic microwave background radiation
 Week 8: Inflation
 Week 9: Phase transitions
 Week 10: Baryogenesis
 Week 11: Dark matter
 Week 12: Dark energy
 Week 13: Cosmic rays
 Week 14: Successes and limitations of the Standard Model of the Hot Big Bang

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
C. Bambi and A.D. Dolgov	Introduction to Particle Cosmology	Springer	In press
L. Bergstrom and A. Goobar	Cosmology and particle astrophysics	John Wiley & Sons	1999
E.W. Kolb and M.S. Turner	The Early Universe	Addison-Wesley	1990
S. Weinberg	Gravitation and Cosmology	Wiley	1972
J. Garcia-Bellido	Cosmology and Astrophysics	astro-ph/0502139	2005

9.2.3 粒子物理

一、基本信息

课程代码	PHYS130021				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	Particle Physics								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	理论物理基础课程			后续课程					
教学方式	课堂授课+习题			考核方式		平时作业 30%，期末考试 70%。			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

介绍粒子物理的基本物理知识及最新发展。内容包括粒子物理基础，粒子动力学，对称性，束缚态，夸克模型，量子色动力学，弱作用理论，标准模型等。

通过本课程的学习使学生理解粒子物理基本原理，掌握粒子物理的基本理论和一些计算技巧，为进一步在物理方向的深造打下基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教学内容安排（初步设想）：

引论
 第一章 粒子物理基础
 第二章 对称性
 第三章 夸克模型
 第四章 量子色动力学（QCD）
 第五章 弱作用理论
 第六章 标准模型
 第七章 粒子物理进展

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
Alessandro Bettini	Introduction To Elementary Particle Physics	Cambridge University Press	2008
D. Griffiths	Introduction To Elementary Particles	John Wiley & Sons	1987
B Martin & G Shaw	Particle Physics (3 rd)	Wiley	2008
Y Nagashima	Elementary Particle Physics	Wiley-VCH	2010

9.2.4 天体物理学导论

一、基本信息

课程代码	PHYS130104		学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名称	Introduction to Astrophysics					
课程类别	专业选修课程					
先修课程	大学物理 A:力学；经典力学		后续课程			

教学方式	课堂讲授	考核方式	笔试
课程主页	http://arxiv.org/ ; http://inspirehep.net/		

二、教学目的和基本要求

在过去 100 年时间里，爱因斯坦广义相对论、对核力的认识以及强大的实验技术的发展已经改变了我们关于人类在宇宙中的位置和宇宙中物体的认识。相应的物体种类繁多，包括不同种类的恒星、星尘、红巨星、新星、超新星、白矮星、脉冲星、黑洞、星团、行星、类星体、不同种类的星系、星系团和超星系团等，令人印象深刻。

本课程旨在给学生提供对自然的整体的认识，包括这些宇宙空间物体的起源和演化。课程将回顾 HR 图上的星体，从恒星的诞生、主序演化、到当内部核燃料耗尽后的死亡以及由初始质量决定的最终命运。在这一演化过程中，恒星生命每个阶段的物理解释都基于基本的广义相对论和核物理。课程还将特别关注时空结构中最奇特的效应：黑洞；也将简单回顾天体物理和宇宙学研究中的开放问题：暗物质、暗能量和广义相对论的奇点问题。

作为天体物理学的简介，本课程并不要求学生已学过广义相对论和核物理的知识（当然，如果学过会对这门课程的学习有所帮助）。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

- 第 1 周：我们在宇宙中的位置
- 第 2 周：回顾广义相对论
- 第 3 周：回顾核物理
- 第 4 周：恒星的诞生
- 第 5 周：主序列和的赫罗图
- 第 6 周：红巨星
- 第 7 周：新星
- 第 8 周：超新星
- 第 9 周：钱德拉塞卡极限
- 第 10 周：致密星：白矮星和中子星
- 第 11 周：黑洞 I
- 第 12 周：黑洞 II
- 第 13 周：星系和暗物质
- 第 14 周：宇宙学与暗能量

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
S.L. Shapiro and S.A. Teukolsky	Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects	Wiley	2004
B.W. Carroll and D.A. Ostlie	An introduction to Modern Astrophysics	Addison-Wesley	2006
S. Kato, J. Fukue and S. Mineshige	Black-Hole Accretion Disks: Towards a New Paradigm	Kyoto University Press	2008

M.S. Longair	High Energy Astrophysics	Cambridge University Press	2011
C. Bambi And A.D. Dolgov	Introduction to Particle Cosmology	Springer	2015

§ 9.3 凝聚态物理

9.3.1 低温和超导物理

一、基本信息

课程代码	PHYS130020				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	Low temperature and superconductivity physics							
课程类别	专业选修课程							
先修课程	光学、统计物理、量子力学				后续课程			
教学方式	课堂讲授				考核方式	作业分课堂练习与课后练习；考核为开卷		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

掌握低温和超导的基本概念、基本现象以及基本理论，为进一步的学习打下基础。
 课程基本内容包括超导的基本特征，二流体模型，伦敦方程，BCS理论，京茨堡-朗道理论，单电子隧道效应以及约瑟夫森效应。
 学生应了解低温技术，掌握超导物理的基本知识，能运用基本概念以及基本理论简单的问题。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一章：超导电基本现象
 1、零电阻现象 2、临界磁场 3、临界电流 4、迈斯纳效应
 5、对超导体磁性的两种模写 6、无电阻回路的特性 7、超导家谱
 第二章：超导相变热力学及二流体模型
 1、磁化物体的吉布斯自由能 2、磁场中超导态的自由能
 3、超导-正常态相变时熵和比热的变化
 4、超导相的二流体模型
 第三章：超导体电动力学
 1、伦敦方程 2、穿透深度 3、皮帕尔德非局域理论（一） 4、皮帕尔德非局域理论（二）
 第四章：中间态

- 1、在均匀外磁场中的超导椭球 2、中间态 3、中间态的静磁性质 4、中间态热力学 5、界面能
第五章：超导电性的微观理论
1、同位素效应 2、超导能隙 3、超导态微观理论建立中应顾及的基本事实
4、库帕对 5、电子间吸引相互作用的起源
6、绝对零度下的 BCS 理论（一） 7、绝对零度下的 BCS 理论（二）
8、绝对零度下的能隙 9、有限温度下的 BCS 理论 10、超导载流态 11、弱电磁场中的电流密度
第六章：京茨堡-朗道理论
1、二级相变理论简介 2、京茨堡-朗道方程 3、GL 特征长度
4、界面能与两类超导体 5、全磁通守恒与磁通量子化
第七章：单电子隧道效应
1、量子力学的隧道效应 2、S-I-N 隧道效应
3、S-I-S 隧道效应 4、应用
第八章：约瑟夫森效应
1、约瑟夫森方程 2、直流约瑟夫森效应
3、交流约瑟夫森效应 4、超导量子干涉现象

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
章立源等著	超导物理学	电子工业出版社	1987
张裕恒编著	超导物理	中科大出版社	1991
M.Tinkham	Introduction to Superconductivity	McGraw-Hill, Inc	1996
P.G.de Gennes	Superconductivity of Metals and Alloys	Addison-Wesley Publishing Company, Inc	1966
曹列兆	低温物理学	中国科学技术大学	2009

9.3.2 铁磁学

一、基本信息

课程代码	PHYS130028		学分	2	周学时	2
开课时间	一年级		二年级		四年级	
	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名称	Ferromagnetism					
课程类别	专业选修课程					

先修课程	量子力学，固体物理	后续课程	自旋电子学
教学方式	课堂讲授	考核方式	论文+课程作业+期末闭卷考试
课程主页			

二、教学目的和基本要求

希望学生能够了解：1) 磁性的起源，2) 铁磁、反铁磁等有序结构的起源，3) 磁性材料中磁畴结构和磁化过程，4) 磁性材料的应用，5) 磁性材料的自旋动力学过程，6) 各种磁学性质测量方法，7) 薄膜磁性和纳米磁性，8) 自旋输运性质。希望学生通过本课程的学习能够进入磁学和自旋电子学的前沿研究领域。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一章：

原子磁性。包括，原子中电子自旋的排列，自旋-轨道耦合图像，洪特法则，原子基态的确定和有效磁矩计算。

第二章：

各种磁有序结构。包括：抗磁性来源，顺磁性来源，经典和量子的有效分子场理论，金属抗磁性和顺磁性理论，铁磁性自发磁化分子场理论，反铁磁性和亚铁磁性自发磁化分子场理论。

第三章：

自旋相互作用。包括：海森堡交换相互作用，超交换作用，双交换作用，RKKY作用，稀磁材料中的Kondo效应。

第四章

金属磁性理论和自旋波理论。包括：金属磁性理论，斯托纳判据，布洛赫自旋波理论。

第五章

磁各向异性。包括：磁各向异性表示形式，测量方法和理论机理。

第六章

磁畴。包括磁畴出现的机理，磁畴的典型形状，畴壁的计算，磁畴的测量方法，磁畴的移动。

第七章

磁化和反磁化过程。包括：磁滞回线，畴壁移动，单畴一致转动，超顺磁极限，磁后效等。

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
戴道生等	《铁磁学》	科学出版社	2001
姜寿亭，李卫著	凝聚态磁性物理	科学出版社	2006
钟文定著	技术磁学	科学出版社	2009

Soshen Chikazumi (葛世慧译)	Physics of Ferromagnetism (铁磁性物理)	Oxford science publications 兰州大学出版社	2002
J. Stohr, H.C. Siegmann, (姬杨译)	Magnetism: from fundamentals to nanoscale dynamics (磁学: 从 基础知识到纳米尺度超快动力学)	Springer Berlin, 高等教育出版社	2012

9.3.3 纳米物理学

一、基本信息

课程代码	PHYS130091				学分	2		周学时	2
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	Nanophysics								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	量子力学、固体物理			后续课程					
教学方式	课堂讲授+课题讨论			考核方式		平时作业、出勤率占 30%，学期中课题论文占 40%，期末考查占 30%。			
课程主页	http://202.120.227.42 ，所有课件及相关阅读材料。								

二、教学目的和基本要求

本课程授课对象为四年级大学生和一年级研究生，旨在让学生掌握新兴纳米物理学的基本概念、典型效应及电子输运等方面的理论和实验知识，学生应主要掌握如下几方面内容：

- 1) 纳米电子输运体系的典型理论处理方法：Landauer-Buttiker 输运公式，平衡、非平衡格林函数方法，Tight-binding 方法，与密度泛函方法结合等；
- 2) 推广的欧姆定律，以新的观点考察弹道和非弹道输运问题。
- 3) 金属原子点接触中的物理问题，如电导奇偶振荡，shot noise，自旋极化输运；
- 4) 理解负微分电阻(NDR)，纳米晶体管、热电流等的机制。学完本课程，学生应能够用课上讲的方法解决一些典型的纳米体系电子输运问题，并对前沿报道的相关效应有较好理解，为日后从事纳米科学前沿研究或纳米科技工作打下坚实基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一部分：纳米物理学的背景介绍

纳米结构制备手段：

- 1) STM、AFM、自组织生长
- 2) MCBJ(力学控制断裂技术)
- 3) Special techniques to fabricate graphene and GNRs

第二部分：纳米电子结构及电子态

- 1) 特征长度（费米波长、平均自由程、扩散长度）
- 2) 低维限制系统（量子点接触、零维/一维限制系统、二维电子气）
- 3) 电子态的描述方法
- 4) 低维系统态密度（1D,2D,3D, 量子阱，量子线，量子点）

第三部分：纳米体系电子输运理论

- 1) Landauer-Buttiker 输运理论（LB 公式、线性近似、多端器件、电导和透射几率）
- 2) 散射矩阵方法 (T(E), S-matrix, sum rules, Combining S-matrix, Transfer matrix method)
- 3) 格林函数方法 (推迟、超前格林函数、离散化格点方法求解格林函数、自能、谱函数)
- 4) 非平衡格林函数方法 (关联函数、散射函数、NEGF 方程、电流表达式、与 LB 公式关系、退相干问题、NEGF 求解流程)
- 5) 密度泛函+非平衡格林函数方法 (原理、散射区与边界条件、密度矩阵、自洽过程)

第四部分：推广的欧姆定律（弹道区和扩散区）

- 1) 弹性电阻的电导（另一角度）
- 2) 新欧姆定律
- 3) 电导率和弹道电导
- 4) 回归 Drude 公式
- 5) 弹道输运的扩散方程

第五部分：金属原子点接触

- 1) 金属原子点接触的量子电荷输运（单原子电导、电流诱发的原子受力、Shot Noise）
- 2) 磁性原子点接触的自旋极化输运（自旋极化电导、磁阻、磁各向异性）

第六部分：专题讨论

- 1) 热电输运（Seebeck 系数、热流、单能级器件、ZT、声子诱发的热流）
- 2) 外场调控（纳米晶体管、量子 Hall 效应）

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
S. Datta	Electronic transport in mesoscopic systems	Cambridge Univ. Press	1995
S. Datta	Lessons from nanoelectronics: a new perspective on transport	World Scientific	2012

G. W. Hanson, 侯士敏等译	纳电子学基础	清华大学出版社	2009
颜晓红、严辉	纳米物理学	哈尔滨工程大学出版社	2010

9.3.4 固体电子结构

一、基本信息

课程代码	PHYS130081				学分	2		周学时	2	
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	Electronic Structure: from theory to source code									
课程类别	专业选修课程									
先修课程	量子力学				后续课程					
教学方式	3 weeks intensive course with 5 classes and 1 assignment per week.				考核方式		Evaluation of the weekly assignments			
课程主页										

二、教学目的和基本要求

课程简介:

Material science and condensed matter theorists extensively employ in their research *ab initio* atomistic simulations as implemented in a number of widely available software codes. Most often these tools are used as 'black boxes' with little or only partial knowledge of the practical implementation of the general theoretical ideas they are based on. This is a particularly severe drawback when new theoretical developments, analysis tools or computational experiments can not be pursued due to the lack of insight on the internal structure of the employed research software. This course, as a special course in the computational physics, is to teach students how the density functional theory become a code, which can be used as a powerful tool to study the electronic structure of solid.

教学目标:

The aim of this course is to address the above mentioned issue providing the students with a detailed knowledge of the internal design of *state of the art* electronic structure codes, filling the gap that exists between the knowledge of the general principles underlying modern atomistic simulations and their practical implementation in actual codes. Tools and codes available in the *Open Source* Quantum ESPRESSO software distribution will be used as working examples.

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

- Introduction to DFT: Hohenberg-Kohn theorem and Kohn-Sham equations; variational principle and Hellmann-Feynman theorem.
- General description of a plane-wave pseudo-potential code.
- Building up the system: pseudo-potentials (norm-conserving, ultra-soft, Projector Augmented Waves method).
- Parallelization tools and strategies: data and workload distribution; MPI and OpenMP; different parallelization levels.
- Solving the KS equations: iterative diagonalization, efficient evaluation of the KS Hamiltonian by dual space formalism and Kleinman-Bylander pseudo-potential decomposition.
- How to use crystal symmetry to reduce the computational workload. Gamma point vs generic k-point sampling.
- Building the new charge density: Brillouin zone sampling, US/PAW augmentation charges, charge density mixing.
- Building the new potential: Hartree potential and corrections for isolated systems, xc functionals (no hybrids).
- advanced xc functionals: hybrids. Implementation and challenges.
- Density functional perturbation theory and lattice dynamics calculations.
- Further optional topics: spin orbit and relativistic extensions; electron-phonon interactions; modern theory of macroscopic polarization, Car-Parrinello molecular dynamics.

教材和教学参考资料:

- [1] Theoretical background material: Richard M. Martin 'Electronic Structure. Basic Theory and Practical methods', Cambridge University Press. 2004.
- [2] Code background material: information about the Quantum ESPRESSO software distribution can be obtained visiting the project website www.quantum-espresso.org where the source code can be downloaded and its documentation accessed.
- [3] Slides of the lectures will be made available to students prior (or immediately after) lecture delivery.

9.3.5 实验物理方法和技术

一、基本信息

课程代码	PHYS130109				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	Experimental physics methods and techniques									
课程类别	专业选修课程									

先修课程		后续课程	
教学方式	每次课先以课堂讲解开始（2 节课），然后问答研讨（1 节课），每周 3 节课。授课期间安排 2-3 次实验室参观访问，如复旦物理系各课题组、上海光源等。	考核方式	学期论文
课程主页			

二、教学目的和基本要求

给予有志于实验物理研究的本科生和研究生做入门性的介绍，帮助他们了解前沿物理研究中涉及的基本实验技术和手段。

课内鼓励学生积极参与问答研讨，课外阅读相关资料。条件允许的话，安排一定的实践操作。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程将介绍实验物理研究中涉及的基本实验技术和手段，如机械制图和加工、真空、低温、电路、数据采集和编程等。同时，课程也将简要介绍一些凝聚态物理实验中常见的实验研究方法及其原理。每次课堂学习将不仅安排课堂讲解，还将让学生参与问答研讨。课程预期将安排 2-3 次实验室参观访问，以加深理解。

教学内容安排 (按 32 学时共计 16 周，具体到每节课内容):

第一周：绪论

第二周：机械制图和机械加工

第三周：真空技术

第四周：低温技术

第五周：电路知识

第六周：锁相技术

第七周：数据采集/编程

第八周：实验室参观

第九周：光学元件

第十周：光谱技术

第十一周：超快技术

第十二周：光电子能谱技术

第十三周：输运测量技术

第十四周：扫描探针显微术

第十五周：实验室参观

第十六周：总结汇报

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月

John H. Moore et al.	Building Scientific Apparatus	Cambridge University Press	
实验仪器网站、产品目录及技术白皮书等等。			

9.3.6 散射物理

一、基本信息

课程代码	PHYS130117				学分	2		周学时	2
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	Scattering Physics								
课程类别	专业选修课程								
先修课程					后续课程				
教学方式	讲课，习题课和讨论课				考核方式	30%作业，20%小论文，50%期末答辩和考试			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

本课程为凝聚态物理研究的专业基础课，主要对象为大学高年级学生和低年级研究生，目的是为他们从事凝聚态物理研究提供必要的基础知识。散射技术手段是凝聚态物理研究最重要的微观探测手段之一，本课程将系统介绍中子散射，x射线散射，以及缪子等其他散射手段的基本原理，各种散射技术谱仪的基本工作方法以及它们在现代凝聚态物理研究中的具体应用。

基本要求:

- (1) 掌握散射物理的基本知识和基本理论，
- (2) 了解散射物理相关实验设备的工作原理
- (3) 了解散射实验数据的基本分析方法
- (4) 具有批判精神和较好的表达能力
- (5) 全面提升物理学素养，为进一步参加具体物理研究打下坚实的基础。
- (6) 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。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

基本内容简介：

- 1.线性响应理论
- 2.现代中子散射技术（弹性、非弹性散射）
- 3.现代 x 光散射技术
- 4.缪子，光谱等其他散射技术
- 5.散射在凝聚态物理中应用实例分析

第一周 中子散射基本原理
 第二周 弹性中子散射-核散射
 第三周 弹性中子散射-磁散射
 第四周 非弹性中子散射-晶格动力学
 第五周 非弹性中子散射-磁散射
 第六周 弹性中子衍射谱仪及应用
 第七周 三轴谱仪及应用
 第八周 时间飞行谱仪及应用
 第九周 中子散射数据分析
 第十周 习题讨论，小论文讨论
 第十一周 X 射线散射基本原理，x 射线源
 第十二周 X 射线吸收
 第十三周 X 射线共振散射
 第十四周 非弹性 X 射线散射
 第十五周 X 射线散射技术应用举例
 第十六周 其他散射手段：缪子，光谱等
 第十七周 上机操作，散射数据分析
 第十八周 考试

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
艾尔斯-尼尔森 (Als-Nielsen J.) [英]麦克莫罗 (McMorrow D.) 著 封东来 译	现代 X 光物理原理	复旦大学出版社	2015 年 4 月
G. L. Squires	Introduction to the Theory of Thermal Neutron Scattering	Dover Publications	1997 年 2 月

§ 9.4 计算物理

9.4.1 计算物理 A

一、基本信息

课程代码	PHYS130121				学分	2	周学时	2+1
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	Computational Physics A							
课程类别	专业选修课程							
先修课程					后续课程			
教学方式	课堂教学及讨论				考核方式	平时成绩 30%和期末（闭卷）考试成绩 70%组成		
课程主页								

二、教学目的和基本要求

随着计算机的发展，“计算物理”已成为解决物理学问题的重要手段之一，它也同时推动材料、信息、能源、化学等学科及其应用的发展，在国家科技战略发展中起着举足轻重的作用。本门课程旨在让学生学习计算凝聚态物理的一些数值研究手段和方法，包括蒙特卡罗方法、分子动力学、密度泛函理论、机器学习等。课程着力培养学生对复杂物理问题建立物理及数值计算模型的能力、提升学生充分利用信息化手段解决凝聚态物理问题的水平，为学生日后从事物理工作和研究打好数值计算的基础。

基本要求：

理解并掌握计算凝聚态物理的基本研究手段的原理、理论、方法，对一些简单凝聚态物理的问题能够通过计算的方法解决，了解计算凝聚态物理的前沿进展。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

课程主要介绍计算凝聚态物理的理论、原理、方法及最新进展。具体内容包括：蒙特卡罗方法、分子动力学、密度泛函理论、强关联问题、机器学习、计算凝聚态物理前沿等。

教学内容安排：

第一周： Introduction to computation and modern physics

第二周： Monte-Carlo method (sampling)

第三周： Monte-Carlo method (QMC)

第四周： Introduction to molecular-dynamics simulation

第五周： Molecular dynamics with ensembles for statistics

- 第六周: Molecular dynamics with advanced tools for special applications
- 第七周: Introduction to electronic structure calculation
- 第八周: Hartree-Fock method for atom and solid
- 第九周: Density functional theory-I
- 第十周: Density functional theory-II
- 第十一周: Exchange and correlation functionals (LDA、GGA、+U、HSE)
- 第十二周: Applications of machine learning-I
- 第十三周: Applications of machine learning-II
- 第十四周: frontier of computational condensed matter physics
- 第十五周: frontier of computational condensed matter physics
- 第十六周: final examination

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
J.M. Thijssen	Computational Physics	Cambridge University	2013
Computational Physics (Third edition)	Computational Physics (Third edition)	A Wiley Interscience Publication	2015

9.4.2 电子结构理论与计算

一、基本信息

课程代码	PHYS130122			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	Theories and Computation of Electronic Structures						
课程类别	专业选修课程						
先修课程	电磁学、光学			后续课程			

教学方式	课堂教学、讨论及上机练习	考核方式	平时成绩 30%和期末（闭卷）考试成绩 70%组成
课程主页			

二、教学目的和基本要求

教学目标：

电子结构是人们理解材料力学、电磁学、光学等性质的基础，其计算方法是人们探究物理、化学、材料等诸多领域的电子特性和物理效应的重要手段。本课程旨在让学生了解并掌握电子结构的各类计算方法，知晓电子结构计算方法能解决什么问题，如何解决问题，是否能解释实验结果等。课程通过一些典型电子结构计算实践，在增加学生感性认识的同时，提升他们对材料的电子结构的理解和分析能力。

基本要求：

掌握材料电子结构理论的基本知识和研究手段，并具有初步计算技能。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

电子结构计算方法的理论基础和有关方法，通过学习，掌握电子（能带、态密度、电荷分布、响应函数、激发态等）和声子（差分法和微扰法计算声子频谱和电声相互作用系数）主要特征及其相关的分析方法及初步计算技能。

教学内容安排：

1. 单电子近似方法及其局限；
2. 赝势平面波方法——赝势种类；
3. 赝势平面波方法——Kohn-Sham 方程；
4. 全电子方法
5. 原子轨道方法 I
6. 原子轨道方法 II
7. 线性缀加平面波（LAPW）方法；
8. 紧束缚模型
9. 响应函数
10. 激发态
11. 物性介绍 I: 固体磁性
12. 物性介绍 I: 磁交换理论
13. 物性介绍 II: 晶格振动
14. 物性介绍 II: 电声耦合
15. 量子输运——非平衡态问题的平衡态处理方法。
16. 期末考试

以上内容各 3 课时。

教材和教学参考资料:			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
谢希德、 陆栋	固体能带理论	复旦大学出版社	2007

9.4.3 物理 CAI 课件设计 I

一、基本信息

课程代码	PHYS130023				学分	2		周学时	2
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	Physics CAI Courseware Design I								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	物理学基础课程, 计算机应用基础			后续课程					
教学方式	课堂讲授+上机			考核方式		考勤, 上机练习, 期中考试, 期末项目及项目汇报。			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

教学目标:

应用计算机编程解决复杂现实问题的能力已成为当代一个合格科技工作者所必需具备的基本功。本课程希望通过组织学生研制物理教学课件, 培养和提高学生利用计算机学习和研究物理学的能力; 培养学生的创新意识、协作精神和独立工作能力。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

基本内容:

为物理教学课件开发预备阶段。1) 学习如何设计物理课件中的教学内容, 其中包括选题、对有关物理知识的学习、调研及其计算机表现手法的策划和设计。2) 学习开发课件所用到的基本编程语言, 着重学习与课题相关的计算机技能。其中包括: Python 交互式程序设计、图形图像设计制作以及在各种场合下的典型应用等等。3), 学习移动端程序开发。在 Android 和 IOS 平台开发物理课件小程序。4), 基于 Python 的单片机 (PyBoard) 简单介绍。

要求学生了解物理课件设计的基本原则和方法。掌握开发课件所用到的一些计算机基本技

能。能够应用所学到的知识制作一些物理方面的课件。演示物理现象。同时为物理 CAI 课件设计 II 打好基础。

进度安排:

第一周 — 第四周 绪论(课程简介、目的和方法等等)。物理课件设计的基本原则和方法。Python 编程语言简介。内容包括:本语言的特点及功能;界面设计;交互式程序设计和面向对象编程。
 第五周—第八周 Android/iOS 程序编写。着重介绍在两大手机平台上实现小程序编写。
 第九周—第十周 PyBoard 开发板简单介绍,期中考试。
 第十一周—第十六周 课件设计要求讲解,动手制作和答疑。
 第十七周—第十八周 期末报告

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
Magnus Lie Hetland	Python 基础教程(第 2 版·修订版)	人民邮电出版社	2014 年 6 月
埃里克·马瑟斯(Eric Matthes)	Python 编程 从入门到实践	人民邮电出版社	2016 年 7 月
Aaron Hillegass; Mikey Ward	Objective-C 编程(第 2 版) Big Nerd Ranch 入门经典	华中科技大学出版社	2015 年 9 月
(美)赫乐嘎斯,(美)康威	iOS 编程(第 4 版)	华中科技大学出版社	2015 年 1 月
郭霖	第一行代码 Android 第 2 版	人民邮电出版社	
李刚	疯狂 Android 讲义	电子工业出版社	

9.4.4 计算物理模拟实验

一、基本信息

课程代码	PHYS130098		学分	3	周学时	3
开课时间	一年级		二年级		三年级	
	秋	春	秋	春	秋	春
课程英文名称	Simulation Experiments of Physical Sciences					
课程类别	专业选修课程					
先修课程	物理系主干课程		后续课程			
教学方式	课堂讲授+上机编程		考核方式		学生成绩针对 3-6 个实验报告(占 60%)、答疑(占 15%)和口头报告(占 15%)综合评定,根据学校规定方式给出最后的等	

			级。
课程主页			

二、教学目的和基本要求

教学目标：

大部分物理问题无法得到解析解，而许多微观过程也难于在实验上呈现。本课程旨在通过学生自己动手进行计算模拟，让学生体会、掌握用计算的办法解决物理问题的策略；通过具体实例，训练学生灵活运用物理知识、进而解决具体物理问题的能力。利用计算模拟的特点，帮助学生理解抽象的物理过程和现象、以及复杂方程所蕴含的物理。

基本要求：

1. 初步掌握计算物理基本方法。
2. 加深对物理理论的理解和掌握，并在实践中提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。
3. 养成实事求是的科学态度和积极创新的科学精神。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

基本内容：

本课程包括的实验课题共 8-10 个。每个课题都有明确的目的与对理解基本原理、模拟条件、模拟步骤以及撰写实验报告、分析讨论和阅读参考文献等的具体要求。每个学生须完成开列实验中的 3-6 个。

内容(实验的具体课题名称)：

1. 材料熔点计算与模拟
2. 磁相变的经典模型模拟
3. 一维强关联体系 Hubbard 模型
4. 热导计算与模拟
5. 纳米体系电导计算与模拟
6. 固体和纳米体系声子计算
7. 基于紧束缚模型的固体电子结构
8. 轻原子波函数的数值解

进度安排：

第 1 周：介绍基本原理和基本要求。

第一循环：

第 2—5 周：要求学生独立完成实验，撰写报告。每周安排 2~3 次答疑；

第 6 周：学生汇报实验结果。

第二循环：

第 7—10 周：要求学生独立完成实验，撰写报告。每周安排 2~3 次答疑；

第 11 周：学生汇报实验结果。

第三循环：

第 12—15 周：要求学生独立完成实验，撰写报告。每周安排 2~3 次答疑。

第 16 周：学生汇报实验结果。

教材和教学参考资料:			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
J. M. Thijssen	Computational Physics	Cambridge	2007
R. H. Landau et al.	Survey of Computational Physics	Princeton Uni.	2008
N. J. Giordano et al.	Computational Physics	Person Education	2006
Tao Pang	Introduction to Computational Physics	Cambridge	1997
K. H. Hoffmann et al.	Computational Physics	Springer	2001

§ 9.5 光物理

9.5.1 激光物理

一、基本信息

课程代码	PHYS130018			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	Laser Physics							
课程类别	专业选修课程							
先修课程	固体物理；量子力学；原子光谱			后续课程				
教学方式	课堂讲授			考核方式	采用多媒体课件和版书相结合的教学方法，每周 3 学时讲课，期末开卷测验。			
课程主页								

二、教学目的和基本要求

激光是人类在上世纪六十年代发明的一种对人类社会进步带来革命性影响的光源。由于激光的亮度高、单色性好、相干性好、方向性强等特点，已广泛应用于物理，化学，材料科学、生命科学和信息科学等众多领域的基础和应用基础研究，在通讯，医学、工业、信息、军事等领域都已有重大的应用。

本课程着重基本概念和物理图象的陈述；使学生对这种新型光源及其特性有基本的了解，为以后的进一步学习打下基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

课程基本内容包括激光的产生及其基本原理、谐振腔、激光器件、调 Q 和锁模、飞秒激光器和非线性光学初步。

- 第一周 引言，激光基础
- 第二周 辐射和吸收，激光的产生和基本原理
- 第三周 激活介质，泵浦
- 第四周 激光振荡,速率方程理论，三能级、四能级系统
- 第五周 激光的半经典理论
- 第六周 谐振腔，稳定腔
- 第七周 谐振腔的作用，横模和纵模,高斯光束
- 第八周 激光器介绍（1）气体激光器
- 第九周 激光器介绍（2）固体激光器
- 第十周 激光的相干性和全息技术
- 第十一周 调 Q 和放大
- 第十二周 锁模，锁模激光器
- 第十三周 群速色散及其补偿，飞秒激光器
- 第十四周 非线性光学初步
- 第十五周 二倍频
- 第十六周 激光器的应用
- 第十七周 复习
- 第十八周 考试

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
伍长征、王兆荣等	激光物理学	复旦大学出版社	1989
W.Koechner	固体激光工程	科学出版社	2002
O. Svelto	Principles of Lasers	Plenum Press. New York and London	1998
邹英华，孙駒亨	激光物理学	北京大学出版社	1991

C.C Davis	Lasers and Electro-Optics	Cambridge	1996
-----------	---------------------------	-----------	------

9.5.2 量子光学

一、基本信息

课程代码	PHYS130089				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	Quantum Optics										
课程类别	专业选修课程										
先修课程	原子物理、量子力学				后续课程						
教学方式	课堂讲授，讨论				考核方式		35% (作业)+35% (随堂考试+小课题)+30% (期末考试)				
课程主页	网络课堂 http://ultracold.fudan.edu.cn/twikibin/view/QuantumOptics2016/WebHome 下载课件、作业以及习题解答。										

二、教学目的和基本要求

本课程通过教授光和原子相互作用的基本理论及基本实验方法，使学生对一些重要而基础的光-原子体系有深入的理解，掌握共振光谱的概念和基本技术，学会分析二能级以及多能级原子体系和光的相互作用的规律，熟悉量子化的光场和原子作用的独特现象，并学会利用以上这些方法对一些重要的当代 AMO (原子分子和光学物理) 科研前沿课题进行分析。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

- 量子力学复习：本征态，原子能级，偶极相互作用，表象变换，旋转波变换，微扰论。
- 电磁场的量子化：Maxwell 方程的本征模式分析，单模光场的升降算符，电场和磁场算符，光子数和降算符的本征态，力学量期待值及涨落。
- 光子态的表征及经典量子光学实验回顾：数态，热态及 Glauber 相干态的密度矩阵和相空间表示，单光子干涉实验，Hanberry-Brown Twiss 效应，Hong-Ou-Mandel 实验。
- 基于线性光学的量子光学基础：光场的线性变换和联合探测的数学描述，光学外差方法。
- 二能级原子的自发辐射：微扰论和自发辐射的费米黄金定则，Wigner-Weiskopf 理论，Markov 近似，自发辐射和 Lamb 移动效应。
- 开放量子系统的随机波函数方法：光子探测和波函数坍缩，非厄密有效哈密顿量方法，从随机波函数到密度矩阵的主方程，数值模拟实现。
- 二能级原子的共振荧光：主方程的稳态解，稳态布局和相干性。自发辐射率，饱和吸收，瞬态解和拉比振荡，荧光频率分布和强度关联简介。

8. 二能级原子的 Bloch 球方法：态矢量和 Rabi 矢量，光对二能级原子的相干操控：pi 脉冲，绝热脉冲和周期脉冲，光谱测量中的 Ramsey 方法。
9. 多能级系统的绝热近似：量子绝热定律，快速绝热转移，慢过程近似和绝热消除在原子极化计算中的应用。
10. 三能级和多能级原子体系的非线性过程：拉曼过程，多光子跃迁，电磁诱导透明。
11. 非线性光学简介：相位匹配条件，脉冲传播的相速度和群速度，慢光和快光，四波混频。
12. 非线性光学的量子光学拓展：基于四波混频的单光子源和相干态压缩，压缩态实验前沿简介。
13. 光和原子相互作用的“严格”模型：Jaynes-Cummings 模型, Serge Haroche 实验，随机波函数方法和 Purcell 效应。
14. 原子在电磁场中的运动及激光冷却：绝热近似下的电偶极和磁偶极势，光辐射压力，多普勒和亚多普勒冷却，光晶格。

学术前沿：纠缠光子，超冷原子和精密计量。

教材和教学参考资料：			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
Scully and Zubairy	Quantum Optics	Cambridge University Press	1997
Grynberg, Aspect and Fabre	Introduction to Quantum Optics	Cambridge University Press	2010
郭光灿	量子光学讲义		1995

9.5.3 生物医学光子学

一、基本信息

课程代码	PHYS130118				学分	2		周学时	2	
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	Biomedical Photonics									
课程类别	专业选修课程									
先修课程	光学				后续课程					
教学方式	课堂讲授，结合报告与讨论				考核方式		平时成绩占 30%，期末论文占 70%。			
课程主页	/									

二、教学目的和基本要求

本课程通过讲授基础物理原理、光学技术和生物医学相结合的交叉学科内容，让学生对生物医学光子学的基础和前沿有较全面的了解。启发同学们发展从科学原理到应用转化的思维模式，激发创新意识，为今后从事相关科学研究打下良好基础。

本课程内容主要集中在生物体、组织和细胞的各种光学效应，包括线性光学和非线性光学现象以及它们的应用。建议选修的学生有一定的光学知识或对光学感兴趣。要求按时出勤，独立完成课程论文报告。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

本课程主要介绍光与生命物质相互作用的多种物理规律，以及相关光学技术的发展和生物医学应用。涵盖荧光、光散射、线性与非线性光学显微镜、光学相干层析（OCT）成像、光声成像等技术的基本工作原理，以及它们在生命科学和疾病诊疗上的意义。

教学内容安排：

- 第1周 绪论；
- 第2周 光和分子光谱基础；
- 第3周 生物系统的化学发光；
- 第4周 荧光和荧光探针；
- 第5周 生物介质中光子的传输；
- 第6-7周 显微成像技术；
- 第8周 光学相干层析成像技术；
- 第9周 激光散斑成像技术；
- 第10周 光声成像技术；
- 第11周 光镊与单分子操作；
- 第12周 流式细胞检测技术；
- 第13周 组织光谱诊断；
- 第14周 激光治疗基础及应用；
- 第15-16周 学生口头报告；
- 第17周 完成论文。

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
季敏标	自编教材	/	/
张镇西	《生物医学光子学》	西安交通大学出版社	2020

§ 9.6 复杂体系物理

9.6.1 经济物理

一、基本信息

课程代码	PHYS130076				学分	2		周学时	2
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	Econophysics								
课程类别	专业选修课								
先修课程					后续课程				
教学方式	课堂讲授				考核方式	每次课中完成 1-2 道小习题；课程完毕后提出课题报告			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

经济物理学是近年来兴起的一门交叉科学，它主要指把物理学的概念与手法运用于以金融工程为代表的一系列经济课题的研究领域。本课程开设的目的在于拓宽理科类学生的视野，使之掌握国际上学科交叉的最新动向，领会文理融合领域中复杂课题的研究方法。除此以外，通过本课程学生可以学到市场分析，风险管理等新知识，同时也能够复习和巩固统计力学、概率论，数值模拟等以往学习过的数理基础知识和手法。掌握经济物理研究的最新动向，理解交叉学科领域的研究方法。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第一周 金融市场的构造
 第二-三周 金融市场价格变动的的基本统计特征
 第四-七周 金融工程入门
 第八-十周 金融市场的物理模型
 第十一-十二周 经济物理中的风险管理
 第十三周 企业成长的统计
 第十四周 收入与财富的统计分布

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
N.F. Johnson, P. Jefferies, P.M. Hui	Financial Market Complexity	OXFORD University Press	2003

J. Voit	The Statistical Mechanics of Financial Markets	Springer	2005
J.P. Bouchaud, M. Potters	Theory of Financial Risks	CAMBRIDGE University Press	2000
黄吉平	经济物理学——用物理学的方法或思想探讨一些经济或金融问题	高等教育出版社	2013

9.6.2 物理生物学

一、基本信息

课程代码	PHYS130078				学分	2		周学时	2
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	Physical Biology								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	大学物理，现代生命科学导论				后续课程				
教学方式	课堂讲授				考核方式	30%（作业）+ 30%（小课题）+ 40%（期末考试）			
课程主页	elearning								

二、教学目的和基本要求

使学生初步熟悉用于定量研究生物体系的物理学的原理、方法、和应用，了解与认识物理生物学对于生命科学研究的的发展的重要作用，激发学生对物理学与生命科学交叉学科的兴趣，提高学生学科交叉的基本知识和研究技能，以适应未来物理学与生命科学交叉学科发展和研究的需要。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. 绪论
2. 生物分子的结构
3. 生物分子静力学
4. 水分子与疏水相互作用
5. 生物分子模拟
6. 实验方法
7. 生物信息学技术
8. 蛋白质折叠、能量漏斗与转变态理论

9. 蛋白质结构运动、分级能量面与玻璃化转变
 10. 蛋白质错误折叠与辅助折叠

教材和教学参考资料:			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
纳尔逊 著 黎明 戴陆如 译	生物物理学: 能量、信息、生命	上海科学技术出版社	2006.7
AV. 芬克尔斯泰因 O. B. 普季岑	蛋白质物理学概论	化学工业出版社	2008.1
R. 菲利普斯 J. 康德夫 J. 塞里奥特	细胞的物理生物学	科学出版社	2012.3
Andrew R. Leach	分子模拟的原理和应用	世界图书出版社	2003.6

9.6.3 软凝聚态物理导论

一、基本信息

课程代码	PHYS130090				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 Soft Condensed Matter Physics								
课程类别	专业选修课								
先修课程	理论物理				后续课程				
教学方式	课堂讲授				考核方式		考试		
课程主页									

二、教学目的和基本要求

帮助学生掌握软凝聚态的基础知识，为将来从事科学研究和相关工作打下基础。

软凝聚态物理所介绍的是复杂流体的一些物理性质、研究进展，以及主要研究手段（包括力学、电磁学、光学、核物理等实验手段，也包括一些模拟手段）。复杂流体包括胶体、微乳液、高分子材料、悬浮液（比如电流变液、磁流变液）、泡沫、砂粒体系、生物流体等。复杂流体的复杂性常常表现在它难以以气体或固体的现有知识来描述，表现在它的非确定性，但同时又表现出这种不确定性中的有序性。

本课程要求学生理解软凝聚态物质（或者叫复杂流体）的性质、软凝聚态颗粒的相互作用、中子散射在软凝聚态物理中的应用、分形和混沌、外场中颗粒的相互作用、非线性对颗粒相互作用的影响等；了解混沌、非线性、分形等概念。本课程努力使学生通过师生间、学生间的讨论和自我探索了解若干典型的复杂流体的物理性质，以及在这些物理性质背后的规律、机制，了解非线性复杂体系的一般规律。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

1. Introduction
 - 1.1 What are the soft condensed matters
 - 1.2 Classification of soft condensed matters
 - 1.3 Major characteristics of soft condensed matters
 - 1.4 Why soft condensed matter physics
2. Interaction of atoms in soft matter
 - 2.1 Chemical bond and physical bonds
 - 2.2 Electrostatic double-layer forces
 - 2.3 Entropy in disordered Systems
 - 2.4 Forces between Molecules
 - 2.5 van der Waals forces between macroscopic Particles
3. Phase transitions in colloidal suspensions
 - 3.1 Phase transitions in soft matter
 - 3.2 Liquid-liquid unmixing---equilibrium phase diagrams
 - 3.3 Liquid-liquid unmixing-kinetics of phase separation
 - 3.4 The liquid-solid transition-freezing and melting
 - 3.5 A single colloidal particle in a liquid-Stokes' law and Brownian motion
 - 3.6 Stability and phase behaviour of colloids
4. Fractals and Chaos
 - 4.1. The chaos game
 - 4.2 Irregular fractal
 - 4.3. Measurement of fractal dimension
 - 4.4 Physical mechanism of fractals
 - 4.5. Fractal and chaos -- logistic equation
 - 4.6. Models of fractal growth in soft matters
 - 4.7. Other applications
5. Introduction—phenomena of electrorheological (ER) and MR fluids and their applications
 - 5.1 Basic phenomena
 - 5.2 The structure of ground state of ER fluids
 - 5.3 Magnetic suspensions
6. Model of polarizations II – not considering conductivities of particles and fluids

- 6.1 Five types of polarizations
- 6.2 Point dipole model
- 6.3 The effect of multiple moment and many-body effect
- 6.4 Dipole-induced-dipole model
- 6.5 Interfacial polarization (Maxwell-Wagner model)
- 6.6 The interaction potential and the electric field polarization force of the neighboring particles in a particle chain arranged along electric field
- 7. When oil and/or particle conductivity are counted
 - 7.1 Oil is not conducting, but particle surface is conducting
 - 7.2 The effect of nonlinear conductivity of oil
 - 7.3 Current between particles
 - 7.4 Measurement of electric field between particles
- 8. Dynamic formation of particle structure
 - 8.1 The simulation of particle structure formation — mean cluster size
 - 8.2 The dependences of electric field frequency and electric field intensity on static shear stress
 - 8.3 Shear stress under static shear flow and transient electric field
 - 8.4 Dynamic response of non-Brownian motion
 - 8.5 Lamellar structure – the stability of particle cluster under shear
 - 8.6 Lamellar structure – criterion of electrorheological activity
- 9. Granular materials
 - 9.1 Phenomena
 - 9.2 The models describing granular motion
 - 9.3 Experiments for granular materials
- 10. Droplets and emulsions
 - 10.1 Droplets splashing
 - 10.2 Droplets drying
 - 10.3 Coalescence of droplets
 - 10.4 Pickering emulsions

教材和教学参考资料:

作者	教材名称	出版社	出版年月
Luwei Zhou	An Introduction to Introduction to Soft Matter Physics	Fudan University Press	2011
Richard A.L.Jones	Soft Condensed Matter	Oxford University Press	2002
Maurice Kleman	Soft Matter Physics: An Introduction	Springer	2001
Mohamed Daoud	Soft Matter Physics	Springer	1999
陆坤权、刘寄星	软物质物理学导论	北京大学出版社	2006

§ 9.7 医学物理

9.7.1 医学物理实验

一、基本信息

课程代码	PHYS130088				学分	2		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	Experiments of Medical Physics								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	高中物理\数学		后续课程	医学影像物理基础					
教学方式	理论讲授加实验		考核方式	平时实验报告：每个循环提交 2 份实验报告，按三个循环共 6 份实验报告评分。 口头报告：对自己感兴趣的实验内容拓展研究,汇报研究结果,并据以评分。 期末成绩评定：平时实验报告成绩（占 80%）+ 口头报告成绩（占 20%）					
课程主页									

二、教学目的和基本要求

使学生了解生理物理量的测量原理及方法，了解医学影像的物理基础，熟悉相关物理量的产生和检测方法，掌握医用材料(或药液)物理性能的测量原理和技术。通过实验,提高学生的动手能力和分析解决问题的能力；通过学科间知识交叉,改善学生的知识结构，拓展视野，培养学生的科学思维方式和创新意识。为学生知识、能力及素质的协调发展创造条件，为后续课程以及临床实践和科学研究打下良好的物理基础。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

周次	内 容	形式
第一周	绪论 (医学物理概要,数据处理)	讲授
第二周	骨头的弹性及人造骨杨氏模量测量	实验
第三周	毛细管法测酒精黏度	实验
第四周	药液表面张力系数测量(选做)	实验
第五周	药液旋光性研究及浓度测量	实验
第六周	A 型超声探伤综合实验	实验
第七周	X 光特性及 X-CT 影像研究	实验
第八周	B 型超声成像物理基础实验	实验
第九周	核磁共振成像实验	实验
第十周	理论讲授与讨论	

第十一周	人耳听觉阈测量	实验
第十二周	压力传感器及数字血压计组装	实验
第十三周	温度传感器及数字体温计组装 (选做)	实验
第十四周	心电图机技术指标及心电位测量	实验
第十五周	眼睛光学系统及视力矫正研究 (选做)	实验
第十六周	讨论课	
第十七周	考核	口头汇报

说明：因仪器有限，分三个循环进行实验

教材和教学参考资料：			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
冀敏, 陆申龙	医学物理实验	人民卫生出版社	2009年2月
沈元华, 陆申龙	基础物理实验	高等教育出版社	2003年4月
刘普和	医学物理学	人民卫生出版社	1989年5月
喀蔚波	医用物理实验	高等教育出版社	2005年5月
王磊 冀敏	医学物理学	人民卫生出版社	2009年8月

9.7.2 医学影像物理基础

一、基本信息

课程代码	PHYS130096				学分	2		周学时	2		
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	Physical Principles of Medical Imaging										
课程类别	专业选修课程										
先修课程	普通物理或大学物理				后续课程			医学物理实验			
教学方式	课堂讲授				考核方式			平时作业、平时测验和期末笔试			
课程主页											

二、教学目的和基本要求

使学生至少掌握四种常用医学影像仪器（X 射线、超声、核磁共振、放射性核素）的物理原理、成像方法、基本结构；了解各种成像因素的影像特点、适用对象、技术指标等；为以后能较好的使用和研发影像类仪器打下良好基础。

本课程还使学生了解学科交叉的意义，培养学生学科交叉创新的意识和能力。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

前言	近代物理与现代医学影像
第一章	图像特征和质量
第一节	图像质量
	图像分辨率 图像对比度 模糊和细节的可见度
	噪声 伪影 畸变
第二节	图像观察条件
	客观对比度 背景亮度 观察距离
	背景结构 观察者的操作
第二章	X 射线成像的物理原理
第一节	X 射线的产生
	X 射线机基本结构、X 射线的强度和硬度、衰减规律
第二节	X 射线常规摄影与透视的物理基础
	常规摄影 透视 软 X 线摄影 人工造影
第三节	X-CT 成像物理原理
	图像重建方法 各代 CT 扫描机介绍
第四节	快速 CT、DSA 原理简介
实 验	X-CT 成像实验
第三章	核磁共振成像的物理原理
第一节	核磁共振基础
第二节	核磁共振成像方法
第三节	核磁共振成像系统
第四节	核磁共振成像的特征
实 验	核磁共振成像实验
第四章	放射性核素成像的物理原理
第一节	核物理基础、放射线探测
第二节	γ 照相机工作原理
第三节	单光子发射型 CT
第四节	正电子发射型 CT
第五章	超声成像物理原理
第一节	超声的发射与接收
第二节	超声的基本特性
第三节	回波脉冲的振幅
第四节	B 型、M 型超声成像原理
第五节	Dopple 彩色超声成像
实 验	超声成像基础实验
第六章	其他医学图像物理基础
第一节	热图像

第二节 普通光学影像

激光扫描眼底照相 眼底镜 裂隙灯 光纤内窥镜

教材和教学参考资料:

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
佩里·斯普罗斯著 黄诒焯主译	医学成像物理原理	高等教育出版社	1993年4月
J. T. Bushberg, J. A. Seibert, E. M. Leidholdt, J. M. Boone	The Essential Physics of Medical Imaging(Third edition)	Wolters Kluwer/ Lippincott Williams & Wilkins	2012
吉强	医学影像物理学	人民卫生出版社	2011年3月
汤乐民 包志华	医学成像物理原理	科学出版社	2012年10月
陈亚珠 黄耀熊	医学物理学	高等教育出版社	2005年9月
王磊 冀敏	医学物理学	人民卫生出版社	2013年3月

9.7.3 医学物理学

一、基本信息

课程代码	PHYS110007				学分	2		周学时	2	
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	Medical Physics									
课程类别	专业选修课程									
先修课程	高中数学、物理				后续课程					
教学方式	线上线下混合式教学。利用学校教学发展中心超星平台做线上作业发布和收集评价等,听觉和心电内容讲课结合做实验。				考核方式	开卷考试,约40分钟。加上口头汇报,约50分钟(另加超时30分钟)。讲医学物理相关内容,每位同学报告时间为6分钟,提问1分钟。同时交PPT的纸质打印版,一张A4纸打印6页PPT。				
课程主页										

二、教学目的和基本要求

通过本课程的学习，使学生掌握医学中常用的物理诊断及治疗技术的物理原理，了解人体物理现象及物理因子与生物体的相互作用规律等。采用理论讲授与实验相结合的教学模式，加深学习印象。注重培养学生的自学能力和分析、解决问题的能力，培养学生的科学思维方式和创新意识，为学生知识、能力及素质的协调发展创造条件。

学生应按照本大纲具体要求，掌握超声、X射线、核磁共振等成像技术及治疗技术的物理原理；掌握同步辐射和激光的基本原理及医学应用；掌握听力测量、超声探伤的基本方法。了解心电形成的基本原理；了解物理因子与生物体的相互作用规律等。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

教材和教学参考资料：			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
姚红英，符维娟	医学物理学讲义	自编	2022年3月
刘普和	医学物理学	人民卫生出版社	1987年10月
王磊，冀敏	医学物理学第9版	人民卫生出版社	2019年4月
朱大年等	生理学第9版	人民卫生出版社	2019年3月
邓玉林，李勤	生物医学工程学	科学出版社	2020年1月

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

<p>绪论课（2学时） 介绍医学物理学研究对象及内容。</p> <p>人体生理物理量原理（6学时） 听觉和心电产生的物理原理和实验；视觉和呼吸物理原理。</p> <p>放射治疗物理（2学时，讨论课） 放射剂量、辐射防护；放射治疗物理：γ射线治疗、X光治疗，射线与物质的相互作用。</p> <p>X射线物理及成像（4学时） 掌握X射线机的基本结构、X射线的衰减规律、X-CT基本原理；理解X射线强度和硬度的概念；X射线谱；了解X射线的特性及生物效应、医用直线加速器、“X射线刀”。</p> <p>生物力学（4学时）</p> <p>生物医学光子学（2学时）</p> <p>放射性核素成像的原理（2学时）</p> <p>超声医学应用及实验（4学时） 掌握超声波的特性、超声成像的物理原理；理解脉冲回声原理、压电效应等概念；了解超声波的生物效应。</p> <p>核磁共振成像原理（4学时） 掌握核磁共振的条件、NMR成像系统的基本结构；理解弛豫过程与弛豫时间的概念；了解NMR成像方法。</p> <p>激光及其医学应用（2学时）</p>
--

掌握激光的性质、医用激光器的工作原理；理解受激辐射、粒子数反转等概念；了解激光的生物效应、激光诊、疗仪器。

期末考试（2学时）

开卷笔试加口头汇报

教材和教学参考资料：			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
姚红英，符维娟	医学物理学讲义	自编	2022年3月
刘普和	医学物理学	人民卫生出版社	1987年10月
王磊，冀敏	医学物理学第9版	人民卫生出版社	2019年4月
朱大年等	生理学第9版	人民卫生出版社	2019年3月
邓玉林，李勤	生物医学工程学	科学出版社	2020年1月

§ 9.8 实践实验类及其他

9.8.1 近代物理实验 II

一、基本信息

课程代码	PHYS130061		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
课程英文名称	Experiments in Modern Physics II						
课程类别	物理系专业选修课						
先修课程	近代物理实验 I			后续课程			
教学方式	以模拟科研的方式进行实验教学.要求学生在实验前详细阅读文献资料,并到实验室来熟悉实验装置,参看仪器的使用说明和了解技术指标;然后拟定实验方案,并在教师指导下独立完成实验。鼓励学生在实验中发挥创新精神。			考核方式		作业和考核方式:每个实验都要交一份实验报告。学期中,学生可选其中一个实验作口头汇报。	

二、教学目的和基本要求

教学目的：本课程是在近代物理实验之后，为物理系高年级学生开设的一门实验选修课。通过模拟科研实验的训练，了解学科发展的前沿，以活跃学生的物理思想，培养学生的科研能力和创新思维。

基本要求：本课程为时一学期，但总学时数不受周学时数的限制。要求学生在一学期内完成72课时的实验课（一般是3个实验）。每个实验均要撰写实验报告，期末要求学生选择其中一个实验做口头报告。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

实验内容全部来自科研，依托物理系的三个重点学科，表面物理国家重点实验室和学校的科研平台，将部分科研成果转化为学生科研训练的实验。目前已有11个实验课题供学生选择。鼓励选修本课程的学生在老师的指导下参与实验装置的搭建，逐步将成熟的科研成果转化成实验。

教学内容安排：

- 1、导纳谱测量半导体量子限制效应
- 2、反转恢复法测少子寿命
- 3、物理量的监测与控制 - Labview 系列实验
- 4、核磁共振成像-脉冲 NMR 和 MRI 实验
- 5、电磁特异材料研究
- 6、等离子体物理实验
- 7、四极杆质谱仪实验
- 8、激光稳频实验
- 9、非线性物理实验
- 10、少子寿命测量
- 11、立方氮化硼薄膜的制备与表征

教材和教学参考资料：

作者	教材名称	出版社	出版年月
	自编实验讲义	实验中心	
戴乐山,戴道宣	近代物理实验	复旦大学出版社	1998
吴思诚	近代物理实验 I,II	北京大学出版社	2005
A. Melissinos	Experiments in Modern Physics	Academic Press	
J.H. Moore 等	Building Scientific Apparatus	Cambridge	2009

9.8.2 设计性研究性物理实验

一、基本信息

课程代码	PHYS130077				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	Physical Experiments on Design and Research							
课程类别	专业选修课							
先修课程	基础物理实验、物理实验（上、下）、大学物理学				后续课程	近代物理实验		
教学方式	在指导教师的帮助下，两人一组或单独一人完成研究课题				考核方式	由“口头报告”和“课程论文”的成绩最终评定课程等第		
课程主页	http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:des_resiii							

二、教学目的和基本要求

本课程以让学生接受科研选题、文献查阅、实验方案设计、设备搭建改造、研究计划执行、数据整理分析、科学报告和论文写作等全方位的模拟科研训练为目的，注重学生在课程老师指导下独立开展研究工作能力的培养和训练。

要求学生在一个学期的学习、研究中，两人一组或独自一人完成一个研究课题，这些课题均来自于平常的实验教学或研究前沿，具有一定的创新性。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

鼓励拟选修本课程的学生充分利用开学前假期中的时间查阅必要的文献，设计初步的实验方案。

第一周：与相关的实验指导教师讨论实验方案。每个课程指导教师当年所开设的实验课题会在本课程第一次课时向选课学生公布（历年的选题请参考下列“课程网络资源”栏目中的课程网页链接）。例如：利用 **Matlab** 做声波的波谱分析、利用 **Labview** 控制小车、小型质谱仪的深入研究、液体表面张力系数与温度的关系、水的运动黏滞、玻璃的热膨胀系数和折射率温度系数测量、血红蛋白的拉曼光谱研究、节能玻璃的物性测试、弗兰克-赫兹实验中的新物理特性研究、弗兰克-赫兹实验中电子能量分布的测定、A 类超声实验仪（实验设计）、温度传感器特性研究及数字式温度计组装（实验设计）、人耳听觉阈研究（实验设计）、GM 计数管实验的改进、电解质电导率的测量、用范德堡法测量半导体量子阱结构样品的霍尔效应、液体对纳米颗粒浸润性研究、磁光克尔效应测量磁各向异性、强关联电子新材料的生长、自然界生物结构色研究、溶液和固体材料的时间分辨光克尔效应研究、显微磁光克尔效应测量等。

第二周至第十五周：在老师的指导下开展实验课题的研究。在此期间，建议且鼓励学生积极参加物理学系组织的“周二下午学术报告会”或相应的培训等。例如：

- 1、如何制作 PPT 文档以及如何做好科学报告；
- 2、如何写作科研论文；
- 3、参加指导教师研究组关于研究进展的组会；

4、学生准备口头报告交流会的演讲稿和课程论文的撰写。
第十六周：《口头报告》交流会；开展师生之间交流和质疑；
第十七周：学生针对交流会提出的问题修改相应的报告演讲稿，补充、修改课程论文；
第十八周：提交《口头报告》演讲稿（修订版）和课程论文的电子稿。

9.8.3 物理演示实验拓展

一、基本信息

课程代码	PHYS130079				学分	2		周学时	2
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	physics demo experiment								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	高中物理			后续课程					
教学方式	以学生自主选题、研究为主			考核方式		结合整个学期的操作+研究汇报+1 篇论文+实验记录等综合评定等级			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

本门课程有三个层次。首先，物理理论有时会给人以高深、枯燥的感觉，利用丰富的演示仪器资源可以在理论与实践间架起一座桥梁，激发学生的兴趣；同时学生也可通过亲自参与对演示仪器的剖析及操作增强探究能力和实践能力；最后，通过学生自主选题，解剖身边物品的物理原理或设计新的演示仪器（也可改进现有仪器）以培养学生的分析能力、设计能力、沟通表达能力以及创新精神。这门课程以其开放性的特色而成为一门进行素质教育的卓有成效的课程。

三、课程基本内容（含章节名称和知识点）

第 1-2 周:绪论、演示实验的观摩
 第 3-5 周:演示实验的操作、自选项目选题
 第 6 周:自选项目开题论证（口头或 ppt）
 第 7-10 周:自选项目研究
 第 11 周:自选项目进展汇报(ppt)
 第 12-16 周:自选项目研究
 第 17 周:自选项目结题汇报

教材和教学参考资料:			
作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
哈里德等著, 张三慧等译	物理学基础	机械工业出版社	2005年8月
梁励芬、蒋平著	大学物理简明教程	复旦大学出版社	2004年9月
路峻岭	物理演示实验教程	清华大学出版社	2005年3月
孙静姝等	普通物理实习实验	科学出版社	2005年4月
马世红等	文科物理实验	高等教育出版社	2008年5月
刘贵兴等	创新物理实验	上海教育出版社	2007年2月

9.8.4 自学物理实验 A

一、基本信息

课程代码	PHYS130025				学分	2		周学时	2
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	Self-Taught Physics Experiments A								
课程类别	专业选修课程								
先修课程	高中课程				后续课程	物理实验			
教学方式	学生自己选题、自己确定实验的内容与深度、自己动手动脑去设计和完成实验。				考核方式	期末交 2 篇实验报告与 1 篇 PPT, 教师结合平时表现综合评分。			
课程主页									

二、教学目的和基本要求

培养与提高学生动手能力, 充分调动学生的学习积极性和创新精神。拓展学生的知识面; 激发学生学习物理知识、探索物理规律的热情。实验注重“趣味”, 学生在“玩”的过程中学习物理知识, 同时拓展自己的知识面。

要求独立完成实验, 认真观察实验现象与记录实验数据, 最好能自己设计并完成实验。认真撰写物理实验报告的文稿并制作 PPT 演示文件。以定性和半定量研究为主, 不过分追求测量的准确程度, 不要求进行系统的误差分析或不确定度的估算。

三、课程基本内容 (含章节名称和知识点)

所做的实验主要是与“力、热、声、电、光”相关的实验。这些实验原理简单易懂, 有些内容甚至与日常生活中遇到现象相关。例如: “汽车”行驶速度的测量的多普勒效应实验、磁悬浮、海

市蜃楼的模拟实验，证明地球自转的傅科摆实验等。另外，还有些趣味实验。例如：变色水的小魔术实验，摩擦铜喷洗后会喷水的实验，热水发电实验、揭开凹镜幻影奥秘的光学实验、滴水发电的静电实验。当然还有在大热天可自己动手制造冰块的温差电实验，用核辐射检测仪测量周围环境辐射情况的实验。

第一循环：力学实验：吹币入杯，铜喷洗、表面张力等

第二循环：电学实验：水与电，磁悬浮、压电陶瓷等

第三循环：光学实验：光通信，激光监听、海市蜃楼、红外检测等

第四循环：电子仪器应用，计算机辅助实验等

教材和教学参考资料：

作者	教材或参考资料名称	出版社	出版年月
童培雄	《自学物理实验》讲义	自编	
马世红 童培雄 赵在忠	《文科物理实验》	高等教育出版社	2008.5
沈元华 陆申龙主编	基础物理实验	高等教育出版社	2003.12
鲍钢飞	基础物理学	高等教育出版社	2007
沈元华主编	设计性研究性物理实验教程	复旦大学出版社	2004.6

物理学专业“2+X”本科教学培养方案

一、培养目标及培养要求：

本专业培养德智体美劳全面发展，具有良好科学素养和创新意识，能在物理学及相关学科中从事科研、教学、技术应用和管理等方面工作的高级专门人才。

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。使学生具有良好的思想道德素质和科学的世界观；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；具有宽广的知识面，了解物理学的前沿和发展动态，了解相关学科的一般知识，具有较高的科学人文素养；得到初步的科研训练，掌握基本的科研方法，熟练利用外语和现代技术手段获取专业资料。

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）40学分、专业培养课程74学分（含毕业论文6学分）和多元发展路径课程24学分的修读要求，总学分不低于138学分（荣誉项目学分参见荣誉项目方案）（含实践学分不低于34.75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，荣誉项目含实践学分参见荣誉项目方案），达到学位要求者授理学学士学位。

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（40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

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”，即修读第五模块将不计入七大模块6个学分中），课程设置详见核心课程七大模块和物理学专业修读建议。

2. 专项教育课程

要求修读15学分，课程设置详见专项教育课程和物理学专业修读建议。

（二）专业培养课程（74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

要求修读自然科学类基础课程26学分，课程设置详见大类基础课程和物理学专业修读建议。

2. 专业核心教育课程

要求修读48学分（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	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
线性代数	PHYS130120	3	3+1	0.5			3	
概率论与数理统计	PHYS130119	2	2				3	
经典力学	PHYS130003	3	3	0.25			3	可选修荣誉课程
大学物理实验II	PHYS130125	2	3	2		8	3	
大学物理A：光学	PHYS130092	3	3+1	0.8			3	可选修荣誉课程
大学物理A：原子物理	PHYS130093	3	3+1	0.8			4	可选修荣誉课程
大学物理实验III	PHYS130126	2	3	2		8	4	
数学物理方法A	PHYS130006	4	4+1	0.8			4	可选修荣誉课程
热力学与统计物理I	PHYS130113	4	4+1	0.8			4	可选修荣誉课程

量子力学I	PHYS130008	4	4+1	0.8			5	可选修荣誉课程
电动力学	PHYS130114	4	4+1	0.8			5	可选修荣誉课程
固体物理	PHYS130010	4	4	0.25			6	可选修荣誉课程
近代物理实验I	PHYS130058	4	4	4		4	6	可选修荣誉课程
毕业论文	PHYS130013	6		6			8	

(三) 多元发展路径课程

多元发展包括专业进阶（含荣誉项目）、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修读15学分，专业进阶II修读9学分，专业进阶I中“计算物理基础”课程必须修读，专业进阶模块I若有多修读学分，其可替代专业进阶模块II学分）。完成荣誉项目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) 专业进阶模块I（15学分）

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
量子力学II	PHYS130036	3	3				6	
热力学与统计物理II	PHYS130035	3	3				7	
模拟电子学基础	INF0120002	4	5	1			春	
群论	PHYS130068	3	3				7	
固体理论	PHYS130100	3	3				春秋	
表面物理	PHYS130019	3	3				7	
半导体物理A	PHYS130017	3	3				6	
量子场论	PHYS130069	3	3				8	部分学期全英语授课
计算物理基础	PHYS130075	3	3	1			5	必修
微分几何初步（物理学）	PHYS130115	3	3				春秋	部分学期全英语授课
高等电动力学	PHYS130080	3	3				春秋	部分学期全英语授课
非线性光学	PHYS130124	3	3				春	
基础物理建模	PHYS130105	2	3	2			春秋	
科研实践	PHYS130062	2	4	2			4,5,6	
科学写作	PHYS110018	2	2				春秋	
物理前沿导论	PHYS130127	2	2				2	
AI物理	AIS531004	3	3				春秋	
机器学习在物理实验中的应用	AIS310013	3	3	1.5			春秋	
(2) 专业进阶模块II（9学分）								
课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注

	数字逻辑基础	INFO130331	4	5	1			秋	
	设计与制造	MECH110013	2	2	2			春秋	
	近代物理实验II	PHYS130061	3	3	3			春秋	
	设计性研究性物理实验	PHYS130077	3	3	3			5, 6	
	物理演示实验拓展	PHYS130079	2	2	2			春秋	
	现代物理讲座	PHYS130016	2	2	1			4	
	自学物理实验A	PHYS130025	2	2	2			3	
理论物理	广义相对论	PHYS130046	3	3				春	部分学期全英语授课
	规范场理论	PHYS130106	3	3				春秋	
	共形场论	PHYS130111	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	量子计算与量子信息	PHYS130067	3	3				7	
	量子多体理论	PHYS130123	3	3				春秋	
粒子、天体物理与宇宙学	核物理	TCPH130001	3	3				4	
	粒子物理、核物理、宇宙学前沿	PHYS130038	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	宇宙学导论	PHYS130101	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	粒子物理	PHYS130021	3	3				春	部分学期全英语授课
	天体物理学导论	PHYS130104	2	2				春秋	全英语课程
凝聚态物理	低温和超导物理	PHYS130020	3	3				7	
	铁磁学	PHYS130028	2	2				春	
	纳米物理学	PHYS130091	2	2				春秋	
	真空技术	TCPH130021	2	2				5	
	固体电子结构	PHYS130081	2	2				春秋	
	薄膜物理与技术	TCPH130017	2	2				秋	
	实验物理方法和技术	PHYS130109	3	3	0.3			春秋	
	散射物理	PHYS130117	2	2				春秋	
计算物理	计算物理A	PHYS130121	2	2				春秋	
	物理CAI课件设计I	PHYS130023	2	2	1			春秋	
	电子结构理论与计算	PHYS130122	3	3				春秋	
	计算物理模拟实验	PHYS130098	3	3	3			春秋	
光物理	激光物理	PHYS130018	3	3				6	
	量子光学	PHYS130089	3	3				春秋	
	生物医学光子学	PHYS130118	2	2				春秋	
复杂体系物理	经济物理	PHYS130076	2	2				春秋	
	物理生物学	PHYS130078	2	2				春秋	
	软凝聚态物理导论	PHYS130090	3	3				秋	
医学物理	医学物理实验	PHYS130088	2	3	2			春秋	
	医学影像物理基础	PHYS130096	2	2				春秋	
	医学物理学	PHYS110007	2	2				春秋	

2. 荣誉项目路径

修满28学分。要求修读荣誉课程不低于24学分（不少于5门课，且在经典力学(H)、热力学与统计物理I(H)、量子力学I(H)、电动力学(H)、数学物理方法A(H)、固体物理(H) 6门荣誉课程中至少修读3门），且满足专业进阶I修读15学分，专业进阶II修读9学分（专业进阶模块I修读的超出15学分的部分可替代专业进阶模块II的学分）。荣誉项目课程设置和修读要求请见物理学系本科“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

修满30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

要求修读本专业的专业进阶课程模块I课程15学分（专业进阶I中“计算物理基础”课程必须修读）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30学分。要求修读1个创新创业学院开设的创新创业学程，以及1个非本专业独立开设的学程。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。

其他

(1) 第4学期结束，学生需确定选课路径，毕业时将按照所选择的路径对应的修读要求进行严格审核，不满足路径对应的修读要求将审核不通过。

(2) 选择多元发展课程模块和学程时，专业进阶课程模块和辅修学士学位项目可以冲抵学程，专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

(3) 修读本专业的专业进阶课程模块I课程15学分（专业进阶I中“计算物理基础”课程必须修读）和1个非本专业独立开设的学程的学生，仍被视作选择跨学科发展路径。

物理学专业“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	必选			2											
		1文史经典与文化遗产模块课程	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	2	2	2									选修第五模块“科学探索与技术创新”的课程不计入七大模块6学分中
		2哲学智慧与批判性思维模块课程	2~3	2~3															
		3文明对话与世界视野模块课程	2~3	2~3															
	4社会研究与当代中国模块课程	2~3	2~3																
	6生态环境与生命关怀模块课程	2	2																
	7艺术创作与审美体验模块课程	2	2																
	复旦大学英语水平测试	0	/	必考															
	15	大学英语基础课程	0~2	2~4	至少修读2学分	见大学外语课程列表	2	2	2	2									
		大学英语进阶课程	2																
		大学英语高阶课程	2																
		第二外语课程	0~2																
		人工智能AI-B（BI类课程）	3	3	必修	见人工智能课程列表		3											
		人工智能AI-B（BO类课程）	1	2	必选1~2学分	见人工智能课程列表	2~4												限选C程序设计或Python程序设计
		体育课程	4	8	必修	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													
		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	
	26	高等数学A（上）	5	5+1	必修	MATH120021	5+1												
高等数学A（下）		5	5+1	必修	MATH120022		5+1												
大学物理A：力学		4	4+1	必修	PHYS120016	4+1											可申请免修		
大学物理A：热学		2	2+1	必修	PHYS120017		2+1											可申请免修	
大学物理A：电磁学		4	4+1	必修	PHYS120018		4+1											可申请免修	
大学物理实验I		2	3	必修	PHYS120019		3										可用“基础物理实验”课程替代		
现代生物科学导论A		3	3	任选4学分②	BIOL120002	3											生物课程组		
现代生物科学实验		1	1.5		BIOL120005	1.5													
普通化学A（上）		2	2		CHEM120005	2											化学课程组		
普通化学A（下）		2	2		CHEM120006	2													
普通化学实验I	1	1.5	CHEM120009		1.5														
专业培	线性代数	3	3+1	必修	PHYS130120			3+1											
	概率论与数理统计	2	2	必修	PHYS130119			2											

养	专业核心	48	大学物理A: 光学	3	3+1	必修	PHYS130092				3+1						可申请免修	
			大学物理A: 原子物理	3	3+1	必修	PHYS130093				3+1							可申请免修
			经典力学	3	3	必修	PHYS130003				3							
			大学物理实验II	2	3	必修	PHYS130125				3							
			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							
			大学物理实验III	2	3	必修	PHYS130126				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							
			固体物理	4	4	必修	PHYS130010								4			
			近代物理实验I	4	4	必修	PHYS130058								4			
			毕业论文	6	/	必修	PHYS130013											①
多元发展③	专业进阶路径	24	专业进阶模块I	15	15	必选	见物理学专业培养方案								15		④	
			专业进阶模块II	9	9	必选							9					
			任意选修课程	0	0	选修							0					
	跨学科发展路径	30	课程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					
			课程II	15~20									15~20					
			任意选修课程	0	0		选修						0					
	辅修学士学位项目	~55	专业进阶模块I课程	15		必选	见物理学专业培养方案						15					
			非本专业辅修学士学位课程	~40		选修	见教务处辅修学士学位项目网页							~40				
	创新创业路径	30	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									15~20					
			任意选修课程	0	0		选修						0					

注:

①据院系通知安排

②生物课程组和化学课程组任选4学分，多修读的学分可替代专业进阶模块I的学分。

③任选一种多元发展路径

④专业进阶模块I中“计算物理基础”课程必须修读，专业进阶模块I若有多修读学分，其可替代专业进阶模块II学分

⑤应修学分：辅修学士学位路径~170学分（具体以辅修的相应专业要求为准），荣誉项目路径142学分，其他发展路径138学分

⑥每学期选修学分不得超过32学分

业 培 养	专业 核 心	48	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									可申请免修	
			大学物理A: 原子物理	3	3+1	必修	PHYS130093			3+1										可申请免修
			经典力学	3	3	必修	PHYS130003			3										
			大学物理实验II	2	3	必修	PHYS130125			3										
			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										
			大学物理实验III	2	3	必修	PHYS130126			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										
			固体物理	4	4	必修	PHYS130010							4						
			近代物理实验I	4	4	必修	PHYS130058							4						
			毕业论文	6	/	必修	PHYS130013													②
			多 元 发 展 ③	专业 进 阶 路 径	24	专业进阶模块I	15	15	必选	见物理学专业 培养方案									15	
专业进阶模块II	9	9				必选								9						
任意选修课程	0	0				选修								0						
荣 誉 项 目	28						见物理学系本 科荣誉项目实 施方案													
		跨 学 科 发 展 路 径		30	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						
		任意选修课程		0		选修							0							
辅 修 学 士 学 位 项 目	~55	专业进阶模块I 课程		15	15	必选一个 模块	见物理学专业 培养方案						15							
		专业进阶模块II 课程		15	15															
		非本专业辅修学 士学位课程		~40		选修	见教务处辅修 学士学位项目 网页							~40						
创 新 创 业 路 径	30	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										15~ 20						
		任意选修课程	0		选修								0							

注:

①生物课程组和化学课程组任选4学分，多修读的学分可替代专业进阶模块I的学分。

②据院系通知安排

③任选一种多元发展路径

④专业进阶模块I中“计算物理基础”课程必须修读；专业进阶模块I若有多修读学分，其可替代专业进阶模块II学分

⑤应修学分：辅修学士学位路径~155学分（具体以辅修的相应专业要求为准），荣誉项目路径126学分，其他发展路径122学分

⑥每学期选修学分不得超过32学分

物理学系“本科荣誉项目”实施方案

据复旦大学校长办公会议决议（校发文 [2015]165 号），遵照《复旦大学“本科荣誉项目”实施总则（试行）》（2016 年 9 月 20 日制定）的原则，特制订如下物理学系“本科荣誉项目”实施方案：

1. 实施对象：物理学系 2024 级全体本科生。
2. 学生申请本院系本科“荣誉证书”的条件：
 - 1) 符合复旦大学学士学位授予标准，德才兼备。
 - 2) 满足物理学专业“2+X”培养方案中 2 个专业进阶模块的修读要求。
 - 3) 修读荣誉课程的学分数不低于 24 分（不少于 5 门课，且在经典力学(H)、热力学与统计物理 I(H)、量子力学 I(H)、电动力学(H)、数学物理方法 A(H)、固体物理(H) 6 门荣誉课程中至少修读 3 门)，荣誉课程成绩的平均绩点要求 3.6 以上。

表：物理学系荣誉课程

开课学期	一年级上学期 (1)	一年级下学期 (2)	二年级上学期 (3)	二年级下学期 (4)	三年级上学期 (5)	三年级下学期 (6)
荣誉课程	大学物理 A: 力学 (H)	大学物理 A: 热学 (H) 大学物理 A: 电磁学 (H)	大学物理 A: 光学 (H) 经典力学 (H)	大学物理 A: 原子物理学 (H) 热力学与统计物理 I (H) 数学物理方法 A (H)	量子力学 I(H) 电动力学 (H)	固体物理 (H) 近代物理实验 I (H)

4) 修读的总学分数不低于 143 学分，实践学分不低于 35.75 学分，美育、艺术实践、劳动教育等满足专业培养要求。本科期间所有课程成绩的平均绩点要求 3.5 以上，专业课程成绩的平均绩点要求 3.6 以上。

5) 毕业论文必须取得 A。

6) 参与科研实践，满足下列五个条件之一：

a) 在学校提供给本科生申请的科研项目系列——“筹政”“望道”“曦源”“登辉”——中至少主持一个项目，并结题。申请“本科荣誉证书”时提交教授关于课题开展情况的评价意见；

b) 参加上海、华东地区或全国“大学生物理学术竞赛”获最佳个人奖，或

在团体赛中获得以下奖项：上海及华东地区前 3 名，全国前 10 名；

c) 获“全国部分地区大学生物理竞赛”物理类组一等奖及以上奖项；

d) 获“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛上海市比赛二等奖及以上奖项，或全国比赛三等奖及以上奖项；

e) 在与 Phys. Rev. B 相当或更高档次的学术期刊上发表（包括接受）第一作者的学术论文。

3. 申请人本科毕业时若达到上述条件，可向院系教学指导委员会申请“本科荣誉证书”；修读了部分荣誉课程但未达到“本科荣誉证书”标准的，可按照本系荣誉课程的学分替代原则正常申请相应专业的学士学位。

备注：

1. 荣誉课程的成绩由两部分组成，包括“基础部分”成绩和“加深拓展”成绩：“荣誉课程”成绩=“基础部分”成绩 \times 70% + “加深拓展”成绩 \times 30%，其中“基础部分”成绩是对普通大班学习情况的考查，“加深拓展”成绩是对参与普通大班学习之外的讨论班参与情况、Project、Presentation 等完成情况的考查。参与荣誉课程的学生将以“荣誉课程”成绩与普通大班中的学生一起评定最后成绩。荣誉课程成绩评定 A+和 A 的比例不设上限，荣誉课程学生和普通大班学生获 A+和 A 成绩的总比例不得超过全部学生人数的 40%。“基础部分”与“加深拓展”所占比例可因课程不同而调整，具体参见相应荣誉课程的教学大纲。

2. 荣誉课程的深度和广度超过普通大班课程，允许学生在第 3 周至第 12 周之间的任何时候，网上申请退出荣誉课程至普通课程。荣誉课程不能直接申请中期退课，需先退到普通课程之后再申请中期退课。

3. 荣誉课程的学分全额计入总学分，并可按本实施方案制订的课程替代方案进行学分转换与认定，但学分转换与认定只作为本科毕业资格审核的依据，成绩单则如实记载学生所修课程与成绩，不作变更。

4. 学生修读荣誉课程的学分如超过替换课程的学分，超出部分可转换成专业进阶模块 II 课程（ ≤ 3 学分）和任意选修课程学分；如申报“本科荣誉证书”，须先扣除 4 学分。课程绩点按实际成绩计算。

5. 如需咨询本方案相关问题，请联系物理学系郭老师：guojianyu@fudan.edu.cn。

附录：物理学系荣誉课程替换方案

课程代码	课程名称	学分/ 周学时	实验 (含上 机) 学分	实践 学分	含实 践学 分合 计	含美 育学 分	含劳 动教 育总 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
PHYS120016h	大学物理 A: 力学 (H)	5/6	0	1	1	0	0	1	蒋最敏 殷立峰	■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:	PHYS120016 大学物理 A: 力学 (4 学分)
PHYS120017h	大学物理 A: 热学 (H)	3/4	0	0.9	0.9	0	0	2	张远波 吴义政 陈唯	■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:	PHYS120017 大学物理 A:热学 (2 学分)
PHYS120018h	大学物理 A: 电磁学 (H)	5/6	0	1	1	0	0	2	刘韡韬 余伟超	■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:	PHYS120018 大学物理 A:电磁学 (4 学分)
PHYS130092h	大学物理 A: 光学 (H)	4/5	0	1	1	0	0	3	田传山 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:	PHYS130092 大学物理 A:光学 (3 学分)
PHYS130093h	大学物理 A:原 子物理学 (H)	4/5	0	1	1	0	0	4	肖艳红 侯晓远	■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:	PHYS130093 大学物理 A:原子物理学 (3 学分)
PHYS130003h	经典力学 (H)	4/4	0	0.25	0.25	0	0	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)

PHYS130113h	热力学与统计物理 I (H)	5/6	0	1	1	0	0	4	陈焱 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)
PHYS130006h	数学物理方法 A (H)	5/6	0	1	1	0	0	4	林志方 周洋 丁鲲	■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:	PHYS130006 数学物理方法 A (4 学分)
PHYS130008h	量子力学 I (H)	5/6	0	1	1	0	0	5	肖江 吴长勤 黄旭光	■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:	PHYS130008 量子力学 I (4 学分)
PHYS130114h	电动力学 (H)	5/6	0	1	1	0	0	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)
PHYS130010h	固体物理 (H)	5/5	0	0.25	0.25	0	0	6	王靖 袁喆	■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:	PHYS130010 固体物理 (4 学分)
PHYS130058h	近代物理实验 I (H)	5/5	0	5	5	0	0	6	乐永康 俞熹 何琼 何攀 石磊 殷立峰 王熠华	■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: 引入前沿科研实验	PHYS130058 近代物理实验 I (4 学分)

“量子技术”学程实施方案（试行）

通过“量子技术”学程系列课程的修读，使学生能掌握现代量子技术的物理知识，为他们今后进行量子信息与技术的实际工作或研究打下扎实的基础。“量子技术”学程具体实施方案如下：

1. 实施对象：本校一至四年级非物理专业本科生。
2. 修读要求：
先修课程：高等数学 A 或 B(上)(下)，大学物理 A 系列课程或大学物理 B(上)(下)，基础物理实验。
3. 获得“量子技术”学程证书的条件：
 - (1) 修读本学程需修满不少于 5 门课程，获得的总学分数不低于 15 分；
 - (2) 学生修读本学程课程获得的学分可转换成任意选修学分，成绩不作变更。
4. 申请人在本科阶段若达到上述条件，毕业时可向教务处申请“量子技术”学程证书。

附：“量子技术”学程课程

课程名称		课程代码	学分	周学时	实验 (含上 机)学 分	实践学 分	含实践 学分合 计	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课 学期	开课院系	备注
线性代数		PHYS130120	3	3+1		0.5	0.5			秋季	物理学系	
数学物理方法 A		PHYS130006	4	4+1		0.8	0.8			春秋季	物理学系	
量子力学 I		PHYS130008	4	4+1		0.8	0.8			秋季	物理学系	
近代物理实验 I		PHYS130058	4	4	4		4		4	春秋季	物理学系	
量子力学 II		PHYS130036	3	3						春季	物理学系	
量子计算与量子 信息		PHYS130067	3	3						春秋季	物理学系	

“天体物理”学程实施方案（试行）

通过“天体物理”学程系列课程的修读,使学生能掌握天体物理所需的物理学知识,为学生今后进行天体物理实际工作或研究打下扎实的基础。“天体物理”学程具体实施方案如下:

1. 实施对象: 本校一至四年级非物理专业本科生。
2. 修读要求:
先修课程: 高等数学 A 或 B(上)(下), 大学物理 A 系列课程或大学物理 B(上)(下)。
3. 获得“天体物理”学程证书的条件:
 - (1) 修读本学程需修满不少于 5 门课程, 获得的总学分数不低于 15 分;
 - (2) 学生修读本学程课程获得的学分可转换成任意选修学分, 成绩不作变更。
4. 申请人在本科阶段若达到上述条件, 毕业时可向教务处申请“天体物理”学程证书。

附：“天体物理”学程课程

课程名称	课程代码	学分	周学时	实验 (含上 机)学 分	实践学 分	含实践 学分合 计	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课 学期	开课院系	备注
线性代数	PHYS130120	3	3+1	0.5		0.5			秋季	物理学系	
数学物理方法 A	PHYS130006	4	4+1	0.8		0.8			春秋季	物理学系	
电动力学	PHYS130114	4	4+1	0.8		0.8			秋季	物理学系	
天体物理学导论	PHYS130104	2	2						春秋季	物理学系	
广义相对论	PHYS130046	3	3						春秋季	物理学系	
宇宙学导论	PHYS130101	3	3						春秋季	物理学系	

物理学系“物理学”辅修学士学位项目实施方案（试行）

通过“物理学”辅修学士学位系列课程的修读，使学生能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，了解物理学的前沿和发展动态，熟练利用外语和现代技术手段获取物理学的专业资料，为学生今后进行物理学相关工作或研究打下扎实的基础。“物理学”辅修学士学位具体实施方案如下：

1. 实施对象：本校一至四年级非物理学专业的本科生。
2. 获得“物理学”辅修学士学位的条件：
 - (1) 先修课程：高等数学 A 或 B（上）（下）；
 - (2) 修读完如下 42 学分的课程。
3. 申请人在本科阶段按照“2+X”培养方案与本项目相关要求完成修读，若达到上述条件，毕业时可向教务处申请“物理学”辅修学士学位。

附：“物理学”辅修学士学位项目课程

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	开课院系	备注
大学物理 A：力学	PHYS120016	4	4+1	0.8			秋季	物理学系	
大学物理 A：热学	PHYS120017	2	2+1	0.7			春季	物理学系	
大学物理 A：电磁学	PHYS120018	4	4+1	0.8			春季	物理学系	
大学物理 A：光学	PHYS130092	3	3+1	0.8			秋季	物理学系	
大学物理 A：原子物理	PHYS130093	3	3+1	0.8			春季	物理学系	

基础物理实验	PHYS120015	2	3	2.0		4	春秋 季	物理学系	
线性代数	PHYS130120	3	3+1	0.5			秋季	物理学系	
概率论与数理统计	PHYS130119	2	2				秋季	物理学系	
数学物理方法 A	PHYS130006	4	4+1	0.8			春秋 季	物理学系	
经典力学	PHYS130003	3	3+1				秋季	物理学系	
热力学与统计物理 I	PHYS130113	4	4+1	0.8			春季	物理学系	
量子力学 I	PHYS130008	4	4+1	0.8			秋季	物理学系	
电动力学	PHYS130114	4	4+1	0.8			秋季	物理学系	

注：“大学物理 A：力学”可以用“大学物理 B（上）”代替，“大学物理 A：电磁学”可以用“大学物理 B（下）”代替，代替课程须取得 B-及以上成绩。

物理学专业教学培养方案 (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，能在物理学及相关学科中从事科研、教学、技术应用等方面工作的领军人才。

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。热爱物理，有志于服务物理专业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

物理学专业强基班学生入校后应选择“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。

优先考虑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普通班。

强基班学生可在每学年结束时，主动申请退出强基计划。

主动退出和学业考核不合格退出强基计划的学生，将进入物理学专业普通班的“2+X”培养方案，退出的学生不得转专业、不再具有申请免试攻读研究生资格。

通过第二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本校物理学科或物理相关学科攻读博士研究生学位，如申请转段至物理相关学科，需通过该单位组织的考核。

获得转段资格的学生，可在大四年级修读物理及物理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139学分（含实践学分不低于34.75学分、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40学分、专业培养课程75学分（含毕业论文6学分）和专业进阶路径课程24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143学分（含实践学分不低于34.75学分、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40学分，专业培养课程79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修读15学分，专业进阶II修读9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”。

五、课程设置与修读要求：

（一）通识教育课程（40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

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（可用非物理专业的任意课程替代），课程设置详见核心课程七大模块和物理学专业强基班修读建议。

2. 专项教育课程

要求修读15学分，课程设置详见专项教育课程和物理学专业强基班修读建议。

（二）专业培养课程（75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

要求修读自然科学类基础课程22学分，课程设置详见大类基础课程和物理学强基班修读建议。

2. 专业核心教育课程

要求修读53学分（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	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课 学期	备注
线性代数	PHYS130120	3	3+1	0.5			1	
概率论与数理统计	PHYS130119	2	2				3	
经典力学	PHYS130003	3	3	0.25			3	可选修荣誉课程
大学物理实验II	PHYS130125	2	3	2		8	3	
大学物理A: 光学	PHYS130092	3	3+1	0.8			3	可选修荣誉课程
大学物理A: 原子物理	PHYS130093	3	3+1	0.8			4	可选修荣誉课程
大学物理实验III	PHYS130126	2	3	2		8	4	
数学物理方法A	PHYS130006	4	4+1	0.8			4	可选修荣誉课程
热力学与统计物理I	PHYS130113	4	4+1	0.8			4	可选修荣誉课程
量子力学I	PHYS130008	4	4+1	0.8			5	可选修荣誉课程
电动力学	PHYS130114	4	4+1	0.8			5	可选修荣誉课程
计算物理基础	PHYS130075	3	3	1			5	
科研实践	PHYS130062	2	4	2			5	
固体物理	PHYS130010	4	4	0.25			6	可选修荣誉课程
近代物理实验I	PHYS130058	4	4	4		4	6	可选修荣誉课程
毕业论文	PHYS130013	6		6			8	

(三) 多元发展路径课程

包括专业进阶路径、含荣誉项目路径，要求在院系专业导师指导下选择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修读15学分，专业进阶II修读9学分，专业进阶模块I中“物理前言导论”课程必须修读，专业进阶模块I若有多修读学分，其可替代专业进阶模块II学分）。完成荣誉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) 专业进阶模块I（15学分）

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践 学分	含美育 学分	含劳动 教育总 学时	开课 学期	备注
量子力学II	PHYS130036	3	3				6	
热力学与统计物理II	PHYS130035	3	3				7	
模拟电子学基础	INF0120002	4	5	1			春	
群论	PHYS130068	3	3				7	
固体理论	PHYS130100	3	3				春秋	
表面物理	PHYS130019	3	3				7	
半导体物理A	PHYS130017	3	3				6	
量子场论	PHYS130069	3	3				8	部分学期全英语授课

	微分几何初步（物理学）	PHYS130115	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	高等电动力学	PHYS130080	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	非线性光学	PHYS130124	3	3				春	
	基础物理建模	PHYS130105	2	3	2			春秋	
	科学写作	PHYS110018	2	2				春秋	
	物理前沿导论	PHYS130127	2	2				2	必修
	AI物理	AIS531004	3	3				春秋	
	机器学习在物理实验中的应用	AIS310013	3	3	1.5			春秋	
	普通化学A（上）	CHEM120005	2	2				1	
	普通化学A（下）	CHEM120006	2	2				2	
	普通化学实验I	CHEM120009	1	1.5	1		2	1	
	现代生物科学导论A	BIOL120002	3	3				春秋	
	现代生物科学实验	BIOL120005	1	1.5	1			1	

(2) 专业进阶模块II（9学分）

	课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
	数字逻辑基础	INFO130331	4	5	1			秋	
	设计与制造	MECH110013	2	2	2			春秋	
	近代物理实验II	PHYS130061	3	3	3			春秋	
	设计性研究性物理实验	PHYS130077	3	3	3			5,6	
	物理演示实验拓展	PHYS130079	2	2	2			春秋	
	现代物理讲座	PHYS130016	2	2	1			4	
	自学物理实验A	PHYS130025	2	2	2			3	
理论物理	广义相对论	PHYS130046	3	3				春	部分学期全英语授课
	规范场理论	PHYS130106	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	共形场论	PHYS130111	3	3				春秋	
	量子计算与量子信息	PHYS130067	3	3				7	
	量子多体理论	PHYS130123	3	3				春秋	
核物理	TCPH130001	3	3				4		
粒子、天体物理与宇宙学	粒子物理、核物理、宇宙学前沿	PHYS130038	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	宇宙学导论	PHYS130101	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	粒子物理	PHYS130021	3	3				春	部分学期全英语授课
	天体物理学导论	PHYS130104	2	2				春秋	全英语课程
凝聚态物理	低温和超导物理	PHYS130020	3	3				7	
	铁磁学	PHYS130028	2	2				春	
	纳米物理学	PHYS130091	2	2				春秋	
	真空技术	TCPH130021	2	2				5	
	固体电子结构	PHYS130081	2	2				春秋	
	薄膜物理与技术	TCPH130017	2	2				秋	
	实验物理方法和技术	PHYS130109	3	3	0.3			春秋	

	散射物理	PHYS130117	2	2				春秋	
计算物理	计算物理A	PHYS130121	2	2				春秋	
	物理CAI课件设计I	PHYS130023	2	2	1			春秋	
	电子结构理论与计算	PHYS130122	3	3				春秋	
	计算物理模拟实验	PHYS130098	3	3	3			春秋	
光物理	激光物理	PHYS130018	3	3				6	
	量子光学	PHYS130089	3	3				春秋	
	生物医学光子学	PHYS130118	2	2				春秋	
复杂体系物理	经济物理	PHYS130076	2	2				春秋	
	物理生物学	PHYS130078	2	2				春秋	
	软凝聚态物理导论	PHYS130090	3	3				秋	
医学物理	医学物理实验	PHYS130088	2	3	2			春秋	
	医学影像物理基础	PHYS130096	2	2				春秋	
	医学物理学	PHYS110007	2	2				春秋	

2. 荣誉项目路径

修满28学分。要求修读荣誉课程不低于24学分（不少于5门课，且在经典力学(H)、热力学与统计物理I(H)、量子力学I(H)、电动力学(H)、数学物理方法A(H)、固体物理(H)6门荣誉课程中至少修读3门），且满足专业进阶I修读15学分，专业进阶II修读9学分（专业进阶模块I修读的超出15学分部分可替代专业进阶模块II的学分）。荣誉项目课程设置和修读要求请见物理学系本科“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：

物理实验课程，本科生科研训练课程及项目，物理学科竞赛，创新创业教育，毕业设计/毕业论文。

物理学专业修读建议（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	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	必选			2											
		1文史经典与文化传承模块课程	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													可用非物理专业的任意课程替代
		2哲学智慧与批判性思维模块课程	2~3	2~3															
		3文明对话与世界视野模块课程	2~3	2~3								2	2	2					
		4社会研究与当代中国模块课程	2~3	2~3															
		6生态环境与生命关怀模块课程	2	2															
		7艺术创作与审美体验模块课程	2	2															
		复旦大学英语水平测试	0	/			必考	/											
		大学英语基础课程	0~2	2~4	2~4	见大学外语课程列表													
大学英语进阶课程	2																		
大学英语高阶课程																			
第二外语课程	0~2																		
人工智能AI-B（B1类课程）	3	3	必修	见人工智能课程列表		3													
人工智能AI-B（B0类课程）	1	2	必选1~2学分			2~4											限选C程序设计或Python		
体育课程	4	8	必修	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															
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		
大类基础	22	高等数学A（上）	5	5+1	必修	MATH120021	5+1												
		高等数学A（下）	5	5+1	必修	MATH120022		5+1											
		大学物理A：力学	4	4+1	必修	PHYS120016	4+1											可申请免修	
		大学物理A：热学	2	2+1	必修	PHYS120017		2+1											可申请免修
		大学物理A：电磁学	4	4+1	必修	PHYS120018		4+1											可申请免修
		大学物理实验I	2	3	必修	PHYS120019	3												
		线性代数	3	3+1	必修	PHYS130120	3+1												

专业培养	专业核心	53	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									可申请免修	
			大学物理A: 原子物理	3	3+1	必修	PHYS130093				3+1									可申请免修
			经典力学	3	3	必修	PHYS130003			3										
			大学物理实验II	2	3	必修	PHYS130125			3										
			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									
			大学物理实验III	2	3	必修	PHYS130126				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								
			计算物理基础	3	3	必修	PHYS130075					3								
			科研实践	2	4	必修	PHYS130062					4								
			固体物理	4	4	必修	PHYS130010						4							
			近代物理实验I	4	4	必修	PHYS130058						4							
			毕业论文	6	/	必修	PHYS130013													①
多元发展②	专业进阶路径	24	专业进阶模块I	15	15	必选	见物理学专业强基班培养方案									15	③			
			专业进阶模块II	9	9	必选								9						
			任意选修课程	0	0	选修								0						
多元发展②	荣誉项目	28					见物理学系本科荣誉项目实施方													

注:

①据院系通知安排

②任选一种多元发展路径

③专业进阶模块I若有多修读学分,其可替代专业进阶模块II学分,专业进阶模块I中“物理前沿导论”课程必须修读

④应修学分:荣誉项目路径143学分,专业进阶路径139学分

⑤每学期选修学分不得超过32学分

物理学系强基班学生管理办法（试行）

2021 年 10 月

物理学专业强基班学生入校后应选择“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。

优先考虑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。

强基班学生在三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普通班。

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，进入物理学专业的普通班，退出的学生不得转专业、不再具有申请免试攻读研究生资格。

在强基班有缺额的情况下，物理学专业同年级的普通班学生可在三年级结束时向物理学系提出申请，经系“强基班学生培养工作委员会”考核通过，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本校物理学科或物理相关学科攻读博士研究生学位，如申请转段至物理相关学科，需通过该学科单位组织的考核。

获得转段资格的学生，可在大四年级修读物理及物理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，进一步提升物理学科人才培养质量。

若有疑问，可联系郭建宇老师（恒隆物理楼 249，guojianyu@fudan.edu.cn）

物理学专业教学培养方案 (英才班适用)

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，能在物理学及相关学科中从事科研、教学、技术应用等方面工作的领军人才。

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。热爱物理，有志于服务物理专业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

物理学专业英才班学生入学后应选择“2+X”培养方案中的“荣誉项目”路径。

优先考虑英才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。

获得推免资格的学生可在大四年级修读物理及物理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，进一步强化物理学科的优秀人才培养。

四、学位与学分要求：

学生在学期间必须修满教学计划规定的143学分（含实践学分不低于35.75学分，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40学分、专业培养课程79学分（含毕业论文6学分）、专业进阶I修读15学分、专业进阶II修读9学分。荣誉课程至少修读24学分，不少于5门课，且在经典力学(H)、热力学与统计物理I(H)、量子力学I(H)、电动力学(H)、数学物理方法A(H)、固体物理(H)6门荣誉课程中至少修读3门；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”。

五、课程设置与修读要求：

(一) 通识教育课程(40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

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（可用非物理专业的任意课程替代），课程设置详见核心课程七大模块和物理学专业英才班修读建议。

2. 专项教育课程

要求修读15学分，课程设置详见专项教育课程和物理学专业英才班修读建议。

(二) 专业培养课程(79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，要求至少修读79学分（可修读普通课程替代对应的荣誉课程），其中大学物理A系列的力学、热学、光学、电磁学、原子物理的普通课程可申请免修。

1. 大类基础课程

课程设置详见大类基础课程和物理学专业英才班修读建议。

2. 专业核心教育课程

专业核心教育课程设置如下：

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
线性代数	PHYS130120	3	3+1	0.5			1	
概率论与数理统计	PHYS130119	2	2				3	
大学物理实验II	PHYS130125	2	3	2		8	3	
大学物理实验III	PHYS130126	2	3	2		8	4	
大学物理A: 光学(H)	PHYS130092h	4	4+1	0.8			3	

经典力学(H)	PHYS130003h	4	4	0.25			3	
大学物理A: 原子物理(H)	PHYS130093h	4	4+1	0.8			4	
数学物理方法A(H)	PHYS130006h	5	5+1	0.8			4	
热力学与统计物理I(H)	PHYS130113h	5	5+1	0.8			4	
量子力学I(H)	PHYS130008h	5	5+1	0.8			5	
电动力学(H)	PHYS130114h	5	5+1	0.8			5	
固体物理(H)	PHYS130010h	5	5	0.25			6	
近代物理实验I(H)	PHYS130058h	5	5	5		4	6	
计算物理基础	PHYS130075	3	3	1			5	
科研实践	PHYS130062	2	4	2			5	
毕业论文	PHYS130013	6	/	6			8	

3. 专业进阶课程 (24学分)

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修读15学分，专业进阶II修读9学分，专业进阶模块I中“物理前沿导论”课程必须修读，专业进阶模块I若有多修读学分，其可替代专业进阶模块II学分）。

专业进阶模块课程设置如下：

(1) 专业进阶模块I (15学分)

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注	
量子力学II	PHYS130036	3	3				6	部分学期全英语授课 部分学期全英语授课 部分学期全英语授课	
热力学与统计物理II	PHYS130035	3	3				7		
模拟电子学基础	INFO120002	4	5	1			春		
群论	PHYS130068	3	3				7		
固体理论	PHYS130100	3	3				春秋		
表面物理	PHYS130019	3	3				7		
半导体物理A	PHYS130017	3	3				6		
量子场论	PHYS130069	3	3				8		
微分几何初步(物理学)	PHYS130115	3	3				春秋		
高等电动力学	PHYS130080	3	3				春秋		
非线性光学	PHYS130124	3	3				春		
基础物理建模	PHYS130105	2	3	2			春秋		
科学写作	PHYS110018	2	2				春秋		
物理前沿导论	PHYS130127	2	2				2		必修
AI物理	AIS531004	3	3				春秋		
机器学习在物理实验中的应用	AIS310013	3	3	1.5			春秋		
普通化学A(上)	CHEM120005	2	2				1		
普通化学A(下)	CHEM120006	2	2				2		
普通化学实验I	CHEM120009	1	1.5	1		2	1		
现代生物科学导论A	BIOL120002	3	3				春秋		
现代生物科学实验	BIOL120005	1	1.5	1			1		

(2) 专业进阶模块II (9学分)

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
数字逻辑基础	INFO130331	4	5	1			秋	
设计与制造	MECH110013	2	2	2			春秋	

	近代物理实验II	PHYS130061	3	3	3			春秋	
	设计性研究性物理实验	PHYS130077	3	3	3			5,6	
	物理演示实验拓展	PHYS130079	2	2	2			春秋	
	现代物理讲座	PHYS130016	2	2	1			4	
	自学物理实验A	PHYS130025	2	2	2			3	
理论物理	广义相对论	PHYS130046	3	3				春	部分学期全英语授课
	规范场理论	PHYS130106	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	共形场论	PHYS130111	3	3				春秋	
	量子计算与量子信息	PHYS130067	3	3				7	
	量子多体理论	PHYS130123	3	3				春秋	
粒子、天体物理与宇宙学	核物理	TCPH130001	3	3				4	部分学期全英语授课
	粒子物理、核物理、宇宙学前沿	PHYS130038	3	3				春秋	
	宇宙学导论	PHYS130101	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	粒子物理	PHYS130021	3	3				春	部分学期全英语授课
	天体物理学导论	PHYS130104	2	2				春秋	全英语课程
凝聚态物理	低温和超导物理	PHYS130020	3	3				7	
	铁磁学	PHYS130028	2	2				春	
	纳米物理学	PHYS130091	2	2				春秋	
	真空技术	TCPH130021	2	2				5	
	固体电子结构	PHYS130081	2	2				春秋	
	薄膜物理与技术	TCPH130017	2	2				秋	
	实验物理方法和技术	PHYS130109	3	3	0.3			春秋	
	散射物理	PHYS130117	2	2				春秋	
计算物理	计算物理A	PHYS130121	2	2				春	
	物理CAI课件设计I	PHYS130023	2	2	1			春秋	
	电子结构理论与计算	PHYS130122	3	3				春秋	
	计算物理模拟实验	PHYS130098	3	3	3			春秋	
光物理	激光物理	PHYS130018	3	3				6	
	量子光学	PHYS130089	3	3				春秋	
	生物医学光子学	PHYS130118	2	2				春秋	
复杂体系物理	经济物理	PHYS130076	2	2				春秋	
	物理生物学	PHYS130078	2	2				春秋	
	软凝聚态物理导论	PHYS130090	3	3				秋	
医学物理	医学物理实验	PHYS130088	2	3	2			春秋	
	医学影像物理基础	PHYS130096	2	2				春秋	
	医学物理学	PHYS110007	2	2				春秋	

六、主要实践性教学环节：

物理实验课程，本科生科研训练课程及项目，物理学科竞赛，创新创业教育，毕业设计/毕业论文。

物理学专业修读建议（英才班适用）

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	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	必选			2									
		1文史经典与文化传承模块课程	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											可用非物理专业的任意课程替代
		2哲学智慧与批判性思维模块课程	2~3	2~3													
		3文明对话与世界视野模块课程	2~3	2~3								2	2	2			
	4社会研究与当代中国模块课程	2~3	2~3														
	6生态环境与生命关怀模块课程	2	2														
	7艺术创作与审美体验模块课程	2	2														
	复旦大学英语水平测试	0	/	必考			/										
	专项教育	15	大学英语基础课程	0~2	2~4	至少修读2学分	见大学外语课程列表										
大学英语进阶课程			2														
大学英语高阶课程																	
第二外语课程			0~2														
人工智能AI-B（B1类课程）		3	3	必修	见人工智能课程列表		3										
人工智能AI-B（B0类课程）		1	2	必选1~2学分		2~4							限选C程序设计或Python程序设计				
体育课程		4	8	必修	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课程					1~2							
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				
大类基础	高等数学A（上）	5	5+1	必修	MATH120021	5+1											
	高等数学A（下）	5	5+1	必修	MATH120022		5+1										
	大学物理A：力学(H)	5	5+1	必修	PHYS120016h	5+1								②			
	大学物理A：热学(H)	3	3+1	必修	PHYS120017h		3+1										
	大学物理A：电磁学(H)	5	5+1	必修	PHYS120018h		5+1										
	大学物理实验I	2	3	必修	PHYS120019	3											

专业培养	专业核心	79	线性代数	3	3+1	必修	PHYS130120	3+1												
			概率论与数理统计	2	2	必修	PHYS130119			2										
			大学物理实验 II	2	3	必修	PHYS130125			3										
			大学物理实验III	2	3	必修	PHYS130126				3									
			大学物理A: 光学(H)	4	4+1	必修	PHYS130092h			4+1										②
			经典力学(H)	4	4	必修	PHYS130003h			4										
			大学物理A: 原子物理(H)	4	4+1	必修	PHYS130093h				4+1									
			数学物理方法A(H)	5	5+1	必修	PHYS130006h				5+1									
			热力学与统计物理 I(H)	5	5+1	必修	PHYS130113h				5+1									
			量子力学I(H)	5	5+1	必修	PHYS130008h					5+1								
			电动力学(H)	5	5+1	必修	PHYS130114h					5+1								
			固体物理(H)	5	5	必修	PHYS130010h						5							
			近代物理实验I(H)	5	5	必修	PHYS130058h						5							
			计算物理基础	3	3	必修	PHYS130075						3							
			科研实践	2	4	必修	PHYS130062						4							
			毕业论文	6	/	必修	PHYS130013												①	
专业进阶	24	专业进阶模块I	15	15	必选	见物理学专业英才班培养方案								15			③			
		专业进阶模块II	9	9	必选									9						
		任意选修课程	0	0	选修									0						

注:

①据院系通知安排

②可修读对应的普通课程,修读荣誉课程的学分数不低于24分,不少于5门,且在经典力学(H)、热力学与统计物理I(H)、量子力学I(H)、电动力学(H)、数学物理方法A(H)、固体物理(H)等6门荣誉课程中至少修读3门。大学物理A系列的力学、热学、光学、电磁学、原子物理的普通课程可申请免修。

③专业进阶模块I若有多修读学分,其可替代专业进阶模块II学分,专业进阶模块I中“物理前沿导论”课程必须修读

④应修学分:荣誉项目路径143学分

⑤每学期选修学分不得超过32学分

物理学专业（相辉计划）“2+X”教学培养方案

一、培养目标及培养要求：

本专业培养德智体美劳全面发展，具有良好科学素养和创新意识，能在物理学及相关学科中从事科研、教学、技术应用和管理等方面工作的领军人才。

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。使学生具有良好的思想道德素质和科学的世界观；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；具有宽广的知识面，了解物理学的前沿和发展动态，了解相关学科的一般知识，具有较高的科学人文素养；得到初步的科研训练，掌握基本的科研方法，熟练利用外语和现代技术手段获取专业资料。

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）40学分、专业培养课程75学分（含毕业论文6学分）和多元发展路径课程24学分的修读要求，总学分不低于139学分（荣誉项目学分参见荣誉项目方案）（含实践学分不低于34.75学分；劳动教育不少于32学时，并满足劳动周教育要求，荣誉项目含实践学分参见荣誉项目方案），达到学位要求者授理学学士学位。

三、课程设置：

（一）通识教育课程（40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

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（可用非物理专业的任意课程替代），课程设置详见核心课程七大模块和物理学专业（相辉计划）修读建议。

2. 专项教育课程

要求修读15学分，课程设置详见专项教育课程和物理学专业（相辉计划）修读建议。

（二）专业培养课程（75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

要求修读自然科学类基础课程22学分。课程设置详见大类基础课程和物理学专业（相辉计划）修读建议。

2. 专业核心教育课程

要求修读53学分（可修读荣誉课程替代对应的普通课程），多修读的学分可替代专业进阶学分。课程设置如下：

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
线性代数	PHYS130120	3	3+1	0.5			1	
概率论与数理统计	PHYS130119	2	2				3	
经典力学	PHYS130003	3	3	0.25			3	可选修荣誉课程
大学物理实验II	PHYS130125	2	3	2		8	3	
大学物理A: 光学	PHYS130092	3	3+1	0.8			3	可选修荣誉课程
大学物理A: 原子物理	PHYS130093	3	3+1	0.8			4	可选修荣誉课程
大学物理实验III	PHYS130126	2	3	2		8	4	
数学物理方法A	PHYS130006	4	4+1	0.8			4	可选修荣誉课程
热力学与统计物理I	PHYS130113	4	4+1	0.8			4	可选修荣誉课程
量子力学I	PHYS130008	4	4+1	0.8			5	可选修荣誉课程
电动力学	PHYS130114	4	4+1	0.8			5	可选修荣誉课程

计算物理基础	PHYS130075	3	3	1		5	
科研实践	PHYS130062	2	4	2		5	
固体物理	PHYS130010	4	4	0.25		6	可选修荣誉课程
近代物理实验I	PHYS130058	4	4	4	4	6	可选修荣誉课程
毕业论文	PHYS130013	6	/	6		8	

(三) 多元发展路径课程（24学分）

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。在专业进阶模块I、专业进阶模块II、理工核心课程池中任选24学分，专业进阶模块I中“物理前沿导论”课程必修修读。

专业进阶模块课程设置如下：

(1) 专业进阶模块I

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
量子力学II	PHYS130036	3	3				6	
热力学与统计物理II	PHYS130035	3	3				7	
模拟电子学基础	INFO120002	4	5	1			春	
群论	PHYS130068	3	3				7	
固体理论	PHYS130100	3	3				春秋	
表面物理	PHYS130019	3	3				7	
半导体物理A	PHYS130017	3	3				6	
量子场论	PHYS130069	3	3				8	部分学期全英语授课
微分几何初步（物理学）	PHYS130115	3	3				春秋	部分学期全英语授课
高等电动力学	PHYS130080	3	3				春秋	部分学期全英语授课
非线性光学	PHYS130124	3	3				春	
基础物理建模	PHYS130105	2	3	2			春秋	
科学写作	PHYS110018	2	2				春秋	
物理前沿导论	PHYS130127	2	2				2	必修
AI物理	AIS531004	3	3				春秋	AI-S课程
机器学习在物理实验中的应用	AIS310013	3	3	1.5			春秋	AI-S课程
普通化学A（上）	CHEM120005	2	2				1	
普通化学A（下）	CHEM120006	2	2				2	
普通化学实验I	CHEM120009	1	1.5	1		2	1	
现代生物科学导论A	BIOL120002	3	3				春秋	
现代生物科学实验	BIOL120005	1	1.5	1			1	

(2) 专业进阶模块II

数字逻辑基础	INFO130331	4	5	1			秋	
设计与制造	MECH110013	2	2	2			春秋	
近代物理实验II	PHYS130061	3	3	3			春秋	

	设计性研究性物理实验	PHYS130077	3	3	3			5, 6	
	物理演示实验拓展	PHYS130079	2	2	2			春秋	
	现代物理讲座	PHYS130016	2	2	1			4	
	自学物理实验A	PHYS130025	2	2	2			3	
理论物理	广义相对论	PHYS130046	3	3				春	部分学期全英语授课
	规范场理论	PHYS130106	3	3				春秋	部分学期全英语授课
	共形场论	PHYS130111	3	3				春秋	
	量子计算与量子信息	PHYS130067	3	3				7	
	量子多体理论	PHYS130123	3	3				春秋	
核物理	TCPH130001	3	3				4		
粒子、天体物理与宇宙学	粒子物理、核物理、宇宙学前沿	PHYS130038	3	3				春秋	部分学期全英语授课 部分学期全英语授课 部分学期全英语授课 全英语课程
	宇宙学导论	PHYS130101	3	3				春秋	
	粒子物理	PHYS130021	3	3				春	
	天体物理学导论	PHYS130104	2	2				春秋	
凝聚态物理	低温和超导物理	PHYS130020	3	3				7	
	铁磁学	PHYS130028	2	2				春	
	纳米物理学	PHYS130091	2	2				春秋	
	真空技术	TCPH130021	2	2				5	
	固体电子结构	PHYS130081	2	2				春秋	
	薄膜物理与技术	TCPH130017	2	2				秋	
	实验物理方法和技术	PHYS130109	3	3	0.3			春秋	
	散射物理	PHYS130117	2	2				春秋	
计算物理	计算物理A	PHYS130121	2	2				春秋	
	物理CAI课件设计I	PHYS130023	2	2	1			春秋	
	电子结构理论与计算	PHYS130122	3	3				春秋	
	计算物理模拟实验	PHYS130098	3	3	3			春秋	
光物理	激光物理	PHYS130018	3	3				6	
	量子光学	PHYS130089	3	3				春秋	
	生物医学光子学	PHYS130118	2	2				春秋	
复杂体系物理	经济物理	PHYS130076	2	2				春秋	
	物理生物学	PHYS130078	2	2				春秋	
	软凝聚态物理导论	PHYS130090	3	3				秋	
医学物理	医学物理实验	PHYS130088	2	3	2			春秋	
	医学影像物理基础	PHYS130096	2	2				春秋	
	医学物理学	PHYS110007	2	2				春秋	

理工核心课程池设置如下:

课程名称	课程代码	学分	周学时	含实践学分	含美育学分	含劳动教育总学时	开课学期	备注
------	------	----	-----	-------	-------	----------	------	----

数学	高等代数I	MATH120011	5	4+2	1.7			1	
	高等代数II	MATH130002	5	4+2	1.7			2	
	数学分析I	MATH130154	6	5+2	1.7			1	
	数学分析II	MATH130155	6	5+2	1.7			2	
	经典数学思想I	MATH130190	3	3	0.5			1	
	经典数学思想II	MATH130191	3	3	0.5			2	
	几何拓扑选讲	MATH130189	4	3	0.75			春秋	
	抽象代数	MATH130184	4	4	0.75			3	
	常微分方程	MATH130183	4	4	0.75			3	
	复变函数	MATH130185	4	4	0.75			4	
	实变函数	MATH130186	4	4	0.75			4	
	泛函分析	MATH130011	3	4	0.75			5	
	拓扑学	MATH130187	4	4	0.75			4	
	解析几何	MATH130182	4	4	0.75			5	
	新型算法	AIS631004	3	3				春秋	AI-S课程
	数据科学中的逼近论基础	AIS631003	3	3				春秋	AI-S课程
化学	物理化学AI	CHEM130012	3	3				3	
	物理化学AII	CHEM130013	3	3				4	
	物理化学AIII	CHEM130014	3	3				5	
	分析化学AI	CHEM130001	2	2				3	
	分析化学AII	CHEM130002	2	2				4	
	物理化学实验(上)	CHEM130104	2	3	2		4	5	
	物理化学实验(下)	CHEM130105	2	3	2		4	6	
	仪器分析实验	CHEM130107	2	3	2		4	4	
	无机化学	CHEM130016	3	3				5、6	
	有机化学AI	CHEM130067	4	4				3	
	有机化学AII	CHEM130068	2	2				4	
	无机化学和化学分析实验I	CHEM130003	2	3	2		4	3	
	无机化学和化学分析实验II	CHEM130004	2	3	2		4	3	
	合成化学实验(上)	CHEM130010	2	3	2		4	4	
	合成化学实验(下)	CHEM130011	2	3	2		4	5	
	高分子化学B	MACR130009	2	2	0.5			5	
	人工智能化学计算模拟	AIS531005	2	2					AI-S课程
人工智能在化学中的应用	AIS310014	2	2	1				AI-S课程	
有机化学	CHEM130049	4	4	0				3	
有机化学实验	CHEM130050	2	3	2				3	
分析化学	CHEM130071	2	2	0				3	

生物	分析化学实验	CHEM130072	2	3	2			3	
	普通生物学	BIOL130184	3	3	0			3	
	普通生物学实验-动物	BIOL130185	1.5	3	1.5			3	
	普通生物学实验-植物	BIOL130186	1.5	3	1.5			3	
	生物化学A(上)	BIOL130005	3	3	0			4	
	生物化学A(下)	BIOL130188	2	2	0			5	
	生物化学实验	BIOL130007	1.5	3	1.5			4	
	细胞生物学	BIOL130008	3	3	0			4	
	细胞生物学实验	BIOL130009	1.5	3	1.5			4	
	生理学	BIOL130014	3	3	0			4	
	生理学实验	BIOL130187	1.5	3	1.5			4	
	微生物学	BIOL130010	3	3	0			5	
	微生物学实验	BIOL130011	1.5	3	1.5			5	
	遗传学	BIOL130012	3	3	0			5	
	遗传学实验	BIOL130013	1.5	3	1.5			5	
	分子生物学	BIOL130065	2	2	0			5	
	人工智能生物学	AIS310017	2	2	0			秋	AI-S课程
人工智能结构生物学	AIS410006	2	2.0	0.4			秋	AI-S课程	
人工智能	人工智能的编程基础	AIE310006	2	2	1	0	0	秋	
	数据结构	AIE310007	4	5	2	0	0	秋	
	人工智能的数学基础	AIE310009	3	3	1	0	0	秋	
	计算机系统基础	AIE210006	3	5	2	0	0	秋	
	人工智能导论	AIE310005	3	3	1	0	0	秋	
	人工智能的软件基础	AIE310008	3	3	2	0	0	秋	
	模式识别与机器学习	AIE410001	3	3	1	0	0	秋	
	人工智能安全	AIE831001	3	3	1	0	0	秋	
	自然语言处理和大语言模型	AIE410002	3	3	1	0	0	秋	
	计算机视觉	AIE310004	3	3	2	0	0	秋	
人工智能前沿探索实践	AIE531001	3	3	2	0	0	秋		
微电子	模拟电子线路	MICR130002	3	3	1			3	
	数字逻辑基础	MICR130003	4	4	1			3	
	信号与系统概论	MICR130004	3	3	1			4	
	半导体物理	MICR130005	4	4				4	
	嵌入式处理器与芯片系统设计	MICR130006	5	5	2			4	
	半导体器件原理	MICR130028	4	4				5	
	数字集成电路设计原理	MICR130029	3	3	1			5	
	集成电路工艺原理	MICR130007	3	3	1			6	

模拟集成电路设计原理	MICR130030	3	3	1		6
专用集成电路设计方法	INF0130094	2	2	1		6
集成电路实验(上)	INF0130027	3	3	3	10	7
集成电路实验(下)	INF0130028	2	2	2	10	8

2. 荣誉项目路径

修满28学分。要求修读荣誉课程不低于24学分（不少于5门课，且在经典力学(H)、热力学与统计物理I(H)、量子力学I(H)、电动力学(H)、数学物理方法A(H)、固体物理(H) 6门荣誉课程中至少修读3门），且满足在专业进阶模块I、专业进阶模块II、理工核心课程池中修读24学分。荣誉项目课程设置和修读要求请见物理学系本科“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

修满30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学科学程。

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

要求修读本专业进阶模块I课程15学分和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。

5. 创新创业路径

修满30学分。要求修读1个创新创业学院开设的创新创业学程，以及1个非本专业独立开设的学程。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

- (1) 多元发展路径中，修完15学分本专业进阶模块I课程和1个非本专业独立开设的学程的学生，仍被视作选择跨学科发展路径。
- (2) 选择多元发展课程模块和学程时，专业进阶课程模块和辅修学士学位项目可以冲抵学程，专业培养和多元发展路径共享的课程只计算一次学分。

物理学专业修读建议（相辉计划适用）

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	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		
		思想政治理论课模块B组课程	2	2	必选			2													
		1文史经典与文化传承模块课程	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														可用非物理专业的任意课程替代	
		2哲学智慧与批判性思维模块课程	2~3	2~3																	
		3文明对话与世界视野模块课程	2~3	2~3									2	2	2						
	4社会研究与当代中国模块课程	2~3	2~3																		
	6生态环境与生命关怀模块课程	2	2																		
	7艺术创作与审美体验模块课程	2	2																		
	第二外语课程	0~2																			
	复旦大学英语水平测试	0	/	必考	/																
	大学英语基础课程	0~2	2~4	至少修读2学分	见大学外语课程列表																
	大学英语进阶课程	2																			
	大学英语高阶课程																				
	第二外语课程	0~2																			
人工智能AI-B（B1类课程）	3	3	必修	见人工智能课程列表		3															
人工智能AI-B（B0类课程）	1	2	必选1~2学分			2~4												限选C程序设计或Python程			
体育课程	4	8	必修	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																	
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			
大类基础	22	高等数学A（上）	5	5+1	必修	MATH120021	5+1														
		高等数学A（下）	5	5+1	必修	MATH120022		5+1													
		大学物理A：力学	4	4+1	必修	PHYS120016	4+1												可申请免修		
		大学物理A：热学	2	2+1	必修	PHYS120017		2+1												可申请免修	
		大学物理A：电磁学	4	4+1	必修	PHYS120018		4+1												可申请免修	
		大学物理实验I	2	3	必修	PHYS120019	3														

专业培养	专业核心	53	线性代数	3	3+1	必修	PHYS130120	3+1												
			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									可申请免修	
			大学物理A: 原子物理	3	3+1	必修	PHYS130093				3+1									可申请免修
			经典力学	3	3	必修	PHYS130003			3										
			大学物理实验II	2	3	必修	PHYS130125			3										
			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									
			大学物理实验III	2	3	必修	PHYS130126				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								
			计算物理基础	3	3	必修	PHYS130075					3								
			科研实践	2	4	必修	PHYS130062					4								
			固体物理	4	4	必修	PHYS130010						4							
			近代物理实验I	4	4	必修	PHYS130058						4							
毕业论文	6	/	必修	PHYS130013													①			
多元发展②	专业进阶路径	24	专业进阶课程	0~24	0~24	必选	见物理学专业（相辉计划）培养方案									0~24		③		
			理工核心课程池	0~24	0~24	必选									0~24					
			任意选修课程	0	0	选修									0					
	荣誉项目	28				见物理学系本科荣誉项目实施方案														
	跨学科发展路径	30	课程I	15~20		必选2个非本专业独立开设的课程	见教务处课程项目网页						15~20							
			课程II	15~20											15~20					
	辅修学士学位项目	~55	本专业进阶模块I课程	15		必选	见物理学专业（相辉计划）培养方案						15							
			非本专业辅修学士学位课程	40		选修									40					
	创新创业路径	30	课程	15~20		必选	见教务处课程项目网页						15~20							
			创新创业课程	15~20												15~20				

注：

①据院系通知安排

②任选一种多元发展路径

③在专业进阶模块I、专业进阶模块II、理工核心课程池中任选24学分（专业进阶模块I中“物理前沿导论”课程必须修读）

④应修学分：荣誉项目路径143学分，专业进阶路径139学分

⑤每学期选修学分不得超过32学分

物理学系本科生科研实践资助计划（“种子计划”）

申请说明

2021/04/25

为积极配合学校的一系列科研计划，包括“登辉计划”，“著政项目”，“望道项目”，“曦源项目”等，努力培养学生的科研实践能力，获得基础研究领域研究工作的训练和经验，物理学系对因为名额原因没有申报到学校上述计划的优秀项目进行资助（该资助称为“种子计划”）。项目是否能获得“种子计划”资助将由系评审小组评审决定。

“种子计划”的资助额度为 3000 元。经费使用采用报销形式，学生凭发票单据报销。经费可以用于：①购买书籍、打印复印费，②实验材料费，③仪器测试、分析，④会议、差旅，⑤发表文章版面费用，⑥其它小额费用，不支持招待费用（吃饭等）和酬金。

要求：受“种子计划”资助的项目能够继续（希望半年内）申报学校的上述任何一种计划或项目，并争取申请成功。

复旦大学物理学系本科毕业论文工作管理办法

本科毕业论文工作是高校实现人才培养目标的重要教学环节。为贯彻落实教育部和上海市关于加强普通高等学校毕业论文工作的有关文件和学校的要求，为进一步推进物理学系本科毕业论文工作的规范管理，明确物理学系本科毕业论文应达到的质量标准，建立有效的管理和监控机制，特制订《复旦大学物理学系本科毕业论文工作管理办法》。

一、选题(四上 14-17 周)

每年的十一月下旬开始启动毕业论文工作。在启动后的第一周(第 14 周)内，指导教师提出可供学生选择的毕业论文题目。指导教师应由学术水平较高、科研能力较强、获得博士学位或具有副教授(副研究员)及以上职称的教师担任。学生依据自己的兴趣确定指导教师和论文题目，一个选题由一名学生在教师指导下独立完成。一位指导教师同时指导学生不得超过 5 名。学生须在第 17 周之前确定指导教师和论文题目。

毕业论文选题应遵循如下原则：符合专业培养目标及教学要求，注重综合运用所学知识分析和解决问题能力的训练；难度和工作量适中，学生能够在毕业论文工作时间内经过努力基本完成；毕业论文完成时间不得少于 12 周。选题确定后，原则上不得更改。如因特殊情况需要变更，由学生提出书面申请，经指导教师及主管系主任同意后方可变更。

二、开题(第 1-2 周)

确定指导教师和论文题目后，要求学生在寒假期间阅读导师布置的有关文献资料，熟悉自己的研究方向，并在开学后的两周内在导师指导下填写开题报告，明确研究内容和预期目标。如果原定的论文题目确实不适合自己的，可以提出申请更换题目或导师，在有关导师的同意下，经主管系主任批准更换论文题目或导师，并重新填写开题报告。开题报告完成后，导师应当督促学生积极投入毕业论文工作，并给予具体指导，把握学生课题开展进度。

三、毕业论文的过程指导与管理

1、过程指导

学生应按毕业论文开题计划及时开展课题研究，认真参加导师课题组组会或导师组织的毕业论文相关研讨，主动联系导师汇报研究进展和存在的问题。导师应对所指导学生的毕业论文工作进行过程指导和检查。过程指导和检查内容包括工作进展、存在问题和改进建议、论文写作指导、学术诚信和学术规范等。从毕业论文开题到完成期间，导师对学生的过程指导应不少于 10 次，并形成相应文字记录，交系教务室归档保存。

2、中期检查及提交毕业论文大纲（第 9-10 周）

物理系在学年的第 9-10 周对每位学生的毕业论文工作进行中期检查，学生在导师指导下填写中期汇总表；对于努力工作，论文进展顺利的同学予以表扬和鼓励；对于工作不努力，不投入，论文进展缓慢的同学予以批评，要求其尽快纠正。导师应当督促、检查学生的论文进展情况，及时帮助解决学生在研究中遇到的问题和困难。

在第 10 周，每个学生需根据系里提供的模板提交一份毕业论文大纲给系里审查，大纲要求至少具有二级标题内容。

3、毕业论文撰写（第 11-12 周）

论文应当按统一格式撰写，内页用 A4 纸打印。论文正文须包括详细的背景介绍，充分的文献综述，内容充实，结果正确，对结果有深入讨论，表述准确通顺，结构合理，具有一定的创新性。导师应当认真审阅学生的毕业论文，提出具体的修改意见，把握论文的科学性，并在最后给出论文的审阅意见。

论文可以使用 WORD 或 LATEX 等软件打印，应当包括论文题目、作者和指导教师、目录、中英文摘要、关键词、正文、图表、附录、参考文献、感谢等部分，凡属于引用别人的工作必须给出相关的参考文献，坚决杜绝抄袭行为。

论文若使用英文撰写需在开题时由学生提出书面申请，指导老师签字，经系审核通过方可提交英文论文。英文毕业论文需包含至少 2500 字的中文摘要，中文摘要作为毕业论文的一部分接受学术规范、毕业答辩等所有审查评估。

学生需要在第 12 周结束完成整个毕业论文的撰写工作，并将论文的电子版本提交给系教务室。

四、毕业论文相似度检测、盲审及答辩

1、毕业论文相似度检测（第 13-14 周）

系教务室采用中国知网的“毕业论文学术不端行为检测系统”等对毕业论文进行相似度检测。由系指定专人负责论文检测工作，并对检测论文及结果进行保密。教务室负责保存所有论文的检测结果以备核查。查重率等于或超过 10%的论文为相似度检测不通过论文，由系里视情节轻重决定是否可以参加答辩；情节不严重的论文，需要修改，并重新查重。论文检测的结果将及时反馈到学生本人及其论文指导教师。在论文提交教务室之前，指导教师需要对论文是否符合学术规范、学术诚信要求等进行必要的检查与审核。

2、盲审及修改（第 13-14 周）

为加强毕业论文质量管理，物理系对通过相似度检测的每一位学生的毕业论文进行盲审，盲审由系毕业论文工作领导小组安排，一篇论文将安排两位同行导师进行评审。论文需根据盲审评审意见进行修改。对两份盲审评审意见都为不通过的论文，有一次修改机会，修改后的论文若仍然不能通过审核，则论文不得进入答辩环节，学生需暂缓毕业，给予二至三个月时间对毕业论文进行修改完善，

通过物理系审核后参加答辩。

3、课题组答辩及系答辩（第 14-16 周）

所有通过盲审和查重检测的毕业论文还必须通过课题组开展的论文答辩，答辩委员由至少三位导师组成（不包括论文指导教师），根据论文答辩情况给出初步成绩。如果课题组评定为 A 类（A 及 A-）的毕业论文数量超过总人数的 40%，物理系将针对这些论文工作组织统一答辩（第 16 周）来最终确定成绩。毕业论文获得 A 类成绩的同学有资格申报荣誉证书。

五、至外院（系）或外校（包括国外高校）完成毕业论文的规定

1、一般情况下，学生须在本系完成毕业论文，除非是物理学系指派单位或学生的拟读研单位。若是拟读研单位，须提交相关材料，通过系审核，方可前往；需要提交材料包括：《至外单位完成毕业论文申请表》，对方导师介绍，对方导师对该学生读研的确认信（需要加盖对方系章）。

2、学生出发前应明确物理学系的相应论文指导教师，指导教师负责对论文完成情况的监督和管理。外院（系）或外校指导教师应具有副教授（副研究员）及以上职称。

3、每名赴外院（系）或外校开展毕业论文工作的学生需有明确选题，并独立完成毕业论文研究与写作。学生在外院（系）或外校开展毕业论文的过程指导及管理要求与在复旦大学完成毕业论文的其他学生相同。在外院（系）或外校研修时间应不少于 4 个月。

4、学生在外院（系）或外校完成本科毕业论文，其研究背景介绍、研究结果讨论分析等应符合《复旦大学物理学系本科毕业论文工作管理办法》要求。毕业论文若用外文撰写，需补充不少于 2500 字的中文摘要。

5、学生完成的毕业论文按对方高校给定的成绩转换成复旦大学的等第评分，申请转换 A 类评分者需与毕业班学生一起按同等要求完成论文答辩或其他成绩评定程序。成绩转换时，学生需要提交毕业论文过程指导及答辩记录。

*说明：若当学期不是 18 教学周，上面时间节点将略有变动。论文工作各具体时间节点，以当学期通知为准。

‘复旦大学物理学系-费勉仪器科技（上海）有限公司教学实习基地’简介

费勉仪器科技（上海）有限公司成立于 2012 年 9 月，公司从创立之初便建立了“独立、创新、坚持、正直”为核心的公司文化，在技术研发和创新为主的发展道路上，公司的经营方向涵盖了真空技术，低温技术，薄膜制备以及等离子技术四大块，在各个领域都有丰富的技术积累和成熟的产品线，代表性产品已在全世界各个高校和实验室得到了广泛的应用。

公司已经获得高新技术企业、专利试点单位等称号。费勉仪器将立足上海，放眼全球，服务全球市场，迈向更辉煌的未来！

费勉仪器科技（上海）有限公司暑假期间将提供为期 30 天左右的实习工作岗位，岗位人数为 4。

要求：

(1) 学生要求及标准如下：

本科生：大三及以上在读学生；研究生：研一及以上在读学生。

(2) 在实习过程中有不遵守公司规定的，公司在出具一次书面告知仍未改进的，公司有权利无条件终止该学生的实习计划；

(3) 在参与某些特定岗位实习时，有义务保守公司秘密，如有需要，公司可要求实习学生签订保密协议；

(4) 在正式进入实习岗位前，将进行安全培训讲座，通过安全防护测试后，才可正式上岗。

待遇：

(1) 为实习学生提供园区班车，工作日免费午间工作餐；

(2) 为参与实验实习学生集体购买意外人身保险；

(3) 选派有一定实践经验和理论水平、责任心强的管理人员对学生的实习活动进行指导，并考核学生实习期表现；

(4) 为实习学生撰写实习报告提供便利与指导；

(5) 提供 100 元-150 元每天的生活补贴（实习结束根据公司盖章的考勤表发放）。

‘复旦大学物理学系-上海复享光学股份有限公司教学实习基地’简介

上海复享光学股份有限公司是中国领先的光谱分析检测系统制造商。最早于 2009 年获得 EFG 复旦分基金资助，后于 2012 年获得 EFG 接力基金 Pre A 轮投资，并于 2016 年 8 月成功登陆新三板市场（NEEQ.838781），成为国内光谱检测行业第一家上市公司。复享光学是一支年轻而优秀的团队，拥有硕士以上学历的成员超过 70%，吸引了众多留学归国人才和海外人才的加入。2017 年，复享光学与复旦大学成立了联合实验室，吸引优秀的本科及研究生开展创新性光谱检测应用的课题，致力于通过创新的技术改变测量行业，提升生活品质，成为国内相关领域的第一品牌。详见附件及公司官网：<http://www.ideaoptics.com/>。

上海复享光学股份有限公司暑假期间将提供为期一到两个月的实习工作岗位，岗位需求人数为 2 人，岗位为**实习应用工程师**。

具体要求及薪资待遇如下：

工作内容：

- 1、协助工程师完成 labview 程序梳理，做到内容完整、编码精确；
- 2、协助工程师完成实验标准操作文件梳理，做到条理清晰，文字准确；
- 3、协助工程师完成应用解决方案梳理，做到科学、准确、高效；
- 4、参与部门安排的其他工作。

实习要求：

- 1、大三在读学生。
- 2、对光谱分析仪器有兴趣，动手能力强，喜欢并擅长组装各类仪器设备。
- 3、具有良好的逻辑思维分析能力和文案编辑能力。
- 4、熟练使用文献搜索、labview 等相关工具。
- 5、具有强烈的好奇心，喜欢研究新鲜事物。
- 6、每周至少工作三天，每天 9:00-18:00

实习待遇：

1、公司为实习学生开展实践活动提供平台，并提供一定的实习补贴，标准如下：本科生 150 元/天。实习补贴按学生实际出勤天数计算。

2、公司选派有一定实践经验和理论水平、责任心强的管理人员对学生的实习活动进行指导，并考核学生实习期表现。

3、公司为学生撰写实习报告提供便利与指导。

4、实习生有机会参与到部分科研项目并由员工指导完成相关课题编写。

5、公司为每个同学购买为期一到两个月实习期间的意外人身保险。

‘复旦大学物理学系-埃频（上海）仪器科技有限公司教学实习基地’简介

埃频(上海)仪器科技有限公司专注于前沿科研仪器的研发和制造。公司依托于团队成员丰富的仪器研发经验,具备开发、设计、组装和制造超高真空、高真空和低温、极低温相关的材料生长、器件制备和物性表征设备的核心能力,公司专注于无液氦低温扫描隧道显微镜的开发和维护,目前可以稳定提供 4.2K 和 1.2K 的 LTSTM,此外我们还可以提供金属/半导体分子束外延、氧化物分子束外延、脉冲激光分子束外延、超高真空互联系统等大型成套设备的完整解决方案,以及各种超高真空零部件的个性化专业定制。公司的目标是改变我国高科技仪器长期依赖于进口的现状,提高我国高端科研装备的自主创新能力。

埃频(上海)仪器科技有限公司暑假期间将提供为期 30 天左右的实习工作岗位,岗位人数为 6 (根据实际情况可以增加),30 天实习结束,可以根据双方的意愿延长实习时间。

要求:

(1) 学生要求及标准如下:

本科生:大三及以上在读学生;研究生:研一及以上在读学生。喜欢动手,勤于思考,对真空仪器有兴趣了解,并希望从事相关学习和工作。

(2) 在实习过程中有不遵守公司规定的,公司在出具一次书面告知仍未改进的,公司有权利无条件终止该学生的实习计划;

(3) 在正式进入实习岗位前,将进行安全培训讲座,通过安全防护测试后,才可正式上岗。

待遇:

(1) 视情况为实习学生提供住宿,工作日免费午间工作餐;

(2) 为参与实验实习学生集体购买意外人身保险;

(3) 选派有一定实践经验和理论水平、责任心强的管理人员对学生的实习活动进行指导,并考核学生实习期表现;

(4) 实习对接人为实习学生撰写实习报告提供指导;

(5) 提供 100-120 元每天的生活补贴(实习结束根据公司盖章的考勤表发放)。