

# 物理学 硕士研究生培养方案

(专业代码: 0702)

## 学科简介

华南师范大学物理学是“世界一流学科”建设学科,建设有理论物理、粒子物理与原子核物理、原子与分子物理、凝聚态物理和光学五个二级学科,物理与电信工程学院是物理学招生规模最大的教学科研单位,覆盖上述五个二级学科。

物理与电信工程学院在理论物理、原子与分子物理、凝聚态物理和光学等二级学科均设有珠江学者岗位。拥有量子调控工程与材料、核物质科学与技术两个广东省重点实验室,拥有量子精密测量、光电检测仪器两个广东省工程技术研究中心。

## 一、培养目标

通过在本学科相关领域的课程学习和科学研究,使学生达到既有坚实的理论基础,又有较宽的知识面,较为系统地掌握本学科相关领域的专门知识、技术和方法,能够解决科学研究或实际工作中的具体问题;比较熟练掌握一门外国语,能够进行外文文献阅读和写作;

能够较为独立地设计并开展研究,并进行基本的数据处理和分析并形成结论。

## 二、研究方向

二级学科: 070201 理论物理

研究方向: 1 活性软物质物理

2 封闭与开放量子多体系统中的平衡与非平衡态物理

3 量子信息理论

4 自旋电子学

二级学科: 070202 粒子物理与原子核物理

研究方向: 1 重离子碰撞物理

2 核子结构

3 强子物理

4 引力/规范对偶

## 5 粒子物理与核物理实验

二级学科：070203 原子与分子物理

研究方向：1 量子计算与量子网络

2 量子模拟

3 冷原子物理实验

4 量子精密测量

二级学科：070205 凝聚态物理

研究方向：1 凝聚态理论

2 自旋电子学

3 纳米材料的理论计算

4 拓扑物理

二级学科：070207 光学

研究方向：1 光电技术与系统

2 生物光子学

3 图像处理

4 微纳光电子材料和器件

### 三、培养方式和学习年限

全日制硕士研究生学制为三年。若因客观原因不能按时完成学业者，可申请适当延长学习年限，最长学习年限不超过六年。

### 四、学分与课程学习基本要求

总学分要求不低于 33 学分，课程总学分不低于 29 个学分，“必修环节”不低于 4 学分。

学位课要求不低于 21 学分，非学位课（即选修课程）要求不低于 8 学分。

公共必修课 6 学分（外国语、中国特色社会主义理论与实践研究、自然辩证法概论）；

学科基础课 6 学分（论文写作与学术规范、高等量子力学）；

专业必修课 9 学分（任选 3 门课程）；

选修课程 8 学分（任选 4 门课程）；

必修环节 4 学分（文献综述与开题报告、学术报告、科研实践能力训练）。

详情请见课程设置部分。

## 五、课程设置

研究生课程主要划分为学位课（公共必修课、学科基础课、专业必修课）、非学位课（选修课程）、必修环节三大部分。

### 学术型研究生教学计划

院（系）名称		物理与电信工程学院		学科专业		物理学						
类别	课程名称	学时	学分	主讲教师	各学期教学安排						考查	考试
					一	二	三	四	五	六		
公共必修课	外语 Foreign Language	54	3		√							√
	中国特色社会主义理论与实践研究 Theory and Practice of Socialism with Chinese Characteristics	36	2		√							√
	自然辩证法概论 Introduction to Dialectics of Nature	18	1		√							√
学科基础课	论文写作与学术规范 Thesis Writing and Academic Norms	54	3	黄岳彩		√					√	
	高等量子力学 Advanced Quantum Mechanics	54	3	王瑞强	√							√
专业	固体理论 Solid State Theory	54	3	周涛、郎利君		√						√
	高等固体物理 Advanced Solid State Physics	54	3	李炜	√						√	
	高等统计物理 Advanced statistical physics	54	3	艾保全、王振宇		√						√



	冷原子实验技术 Cold Atom Technology	36	2	张善超	√						√	
	第一性原理计算 First Principles Calculations	36	2	邵志刚		√					√	
	非平衡输运理论 Theory of Non-equilibrium Transportation	36	2	王瑞强、 艾保全		√					√	
	规范场论 Gauge Theory	36	2	王倩		√					√	
	微扰量子色动力学 Perturbative Quantum Chromodynamics	36	2	邢宏喜		√						√
	高能核物理导论 Introduction to High Energy Nuclear Physics	36	2	邢宏喜、 郭星雨		√						√
	光电技术与系统 Optoelectronic Technology and System	36	2	李丰果	√						√	
	非线性光学 Nonlinear Optics	36	2	姜小芳	√						√	
	微纳光子学 Micro and Nanophotonics	36	2	陈溢杭、 许坤远		√					√	
	固体结构表征 Solid Structure and Characterization	36	2	徐小志		√						√
必修 环节	文献综述与开题报告 Literature Review and Thesis Proposal		1						√			
	学术报告 Academic Research Report		1		√	√	√	√				
	科研实践能力训练 Practical Training in Doing Academic Research		2		√	√	√	√				
	学位论文 Dissertation								√	√		

\* “各学期教学安排”、“考查”和“考试”栏目里用“√”来表示。

## 六、 学位论文

### 1. 规范性要求

硕士学位论文须是硕士生在导师指导下独立或者合作完成的、较为完整的学术研究工作的总结，论文应体现出硕士生所在学科领域做出的学术成果，应能反映出硕士生已经掌握了较为坚实宽广的基础理论和较为系统的专门知识，具备了较为独立从事科学研究的能力。学位论文一般用中文撰写，论文需表达准确、条理清楚、文字通顺、格式规范、数据可靠、图表规范、结论可信。

硕士学位论文应包括文献综述、选题意义、研究内容、研究方法、研究结果、讨论与结论等内容。

## 2. 质量要求

学位论文应如实反映硕士生导师指导下独立或者合作完成的研究工作；论文应阐明选题的目的和学术意义，或对社会发展、文化进步及国民经济建设的价值；论文作者应在了解本研究方向国内外发展动向的基础上突出自己的工作特点，对所研究的课题应有新的见解。

## 3. 创新性要求

硕士研究生在申请学位论文答辩前，可根据论文选题的具体内容和完成情况，至少应满足以下条件之一，才可申请答辩。

(1) 论文核心内容在 SCI 发表（录用）（第 1 作者，导师第 1 作者学生第 2 作者，物理 1 区前 3 作者）；

(2) 论文核心内容申请了 PCT 或国家发明专利（第 1 发明人，导师第 1 发明人学生第 2 发明人）。

(3) 论文核心内容涉及重要基础或技术问题尚未公开发表，则由指导老师提出申请并在院学术委员会报告，由院学术委员会讨论决定是否允许答辩。

## 4. 学位授予工作

学位授予相关工作按《华南师范大学研究生学位授予实施细则》的规定执行。

### 学术型研究生必读文献主要书目和期刊目录

序号	文献名称	作者或出版社	文献类别
1	《高等量子力学》	复旦大学出版社（2005）	书籍
2	《固体物理学》	黄昆原著，韩汝琦改编，高等教育出版社，2002	书籍
3	《固体物理基础》	阎守胜编著，北京大学出版社，2003	书籍
4	高等统计物理学	戴显熹	书籍
5	量子统计物理学	杨展如	书籍
6	《群论》	韩其智，孙洪洲，北京大学出版社，1987	书籍
7	《凝聚态物理》	解士杰/韩圣浩 编，山东教育出版社，2001年	书籍
8	《粒子物理学导论》	肖振军，吕才典，科学出版社（2016）	书籍
9	《傅里叶光学-第3版》	吕乃光，机械工业出版社	书籍
10	《信息光学数字实验室》	钟晓凡，科学出版社	书籍
11	《信息光学原理》	苏显渝 等，电子工业出版社	书籍
12	《量子光学》	科学出版社（2016），张智明	书籍
13	《激光光谱学第3版》	世界图书出版公司出版，（德）德姆特勒德著	书籍
14	《激光光谱技术原理与应用》	陆同兴，路轶群，中国科技大学出版社	书籍
15	数值分析基础	关治等，高等教育出版社	书籍
16	量子信息论	宋鹤山，宋天（译），大连理工大学出版社（2007）	书籍

17	广义相对论引论	俞允强, 北京大学出版社	书籍
18	黑洞物理学	王永久, 湖南师范大学	书籍
19	现代物理学前沿选讲 (第二版)	科学出版社	书籍
20	当今物理学前沿问题选讲	童国平 主编 浙江大学出版社	书籍
21	《原子的激光冷却与陷阱》	王义道, 北京大学出版社, 2007 年	书籍
22	《第一性原理材料计算基础》	周健//梁奇锋, 科学出版社, 2019 年	书籍
23	《经典和量子耗散系统的随机模拟方法》	包景东, 2009 年	书籍
24	相互作用的规范理论	戴元本, 科学出版社	书籍
25	光电检测技术 (第四版)	张志伟等编著, 清华大学出版社	书籍
26	《非线性光学—原理与进展》	钱士雄, 复旦大学出版社, 2001	书籍
27	《非线性光学》	石顺祥等, 西安电子科技大学出版社, 2003	书籍
28	《光子晶体(第 2 版)》	(英) 乔安普勒斯等, 世界图书出版公司	书籍
29	《微纳光子集成》	何赛灵, 戴道铎, 科学出版社	书籍
30	《纳米光子学》	帕拉斯·普拉萨德, 西安交通大学出版社	书籍
31	《材料现代分析测试方法》	王富耻, 北京理工大学出版社, 2006	书籍
32	Symmetry in Physics, Vols. 1 and 2	J. P. Elliott and P. G. Dawber, (London: Macmillan) 1979	书籍
33	Basic Notions of Condensed Matter Physics	Anderson P W , Menlo Park: Benjamin, 1984	书籍
34	Green' s Functions in	Eleftherios N. Economou, edited by	书籍



	Quantum Physics	Spinger	
35	An introduction to Quantum Field Theory	M. Peskin and D. Schroeder, Addison-Wesley Publishing Company, 1995.	书籍
36	Introduction to High Energy Physics	D.H.Perkins, Combridge, 2000	书籍
37	Particle Detectors	Grupen C, 1996	书籍
38	Introduction to experimental particle physics	FERNOW RC, 539.12 FER, 1986	书籍
39	Radiation, detection and measurement. 3rd ed	Knoll, 539.1.074 KNO, 2000	书籍
40	Techniques for nuclear and particle physics experiments. A how-to approach. 2nd rev ed	Leo WR, 539.1 LEO, 1994	书籍
41	Detectors for particle radiation. 2nd ed	Kleinknecht K, 539.1.074 KLE, 1998	书籍
42	Radiation, detection and measurement. 3rd ed,	Knoll, 539.1.074 KNO, 2000	书籍
43	Techniques for nuclear and particle physics experiments. A how-to approach. 2nd rev ed	Leo WR, 539.1 LEO, 1994	书籍
44	Detectors for particle radiation. 2nd ed	Kleinknecht K, 539.1.074 KLE, 1998	书籍
45	Experimental techniques in high-energy nuclear and particle physics	FERBEL T, 539.12 FER, 1991	书籍

46	Calorimetry : energy measurements in particle physics	Wigmans R, 539.12 WIGM, 2000	书籍
47	Semiconductor detector systems	Spieler H, 2005	书籍
48	Particle Detection with Drift Chambers	Blum & Rolandi, 539.1.074 BLU, 1993	书籍
49	《Quantum optics》	M. O. Scully, 世界图书出版社 (2000)	书籍
50	Sodikn, Numerical Techniques in Electromagnetics	Mathew N. O. CRC Press	
51	Condensed Matter Field Theory	A. Altland and B. Simons, Cambridge University Press (2010)	书籍
52	Quantum Many-Particle Systems	J. W. Negele and H. Orland, Perseus Books (1998)	书籍
53	An Introduction to Quantum Field Theory	M. Peskin and D. Schoeder, Frontiers in Physics (1995).	书籍
54	《 Laser Cooling and Trapping》	Harold J. Metcalf 等 , Springer-Verlag, New York, 2002 年	书籍
55	《Bose-Einstein Condensate in Dilute Gases》	C.J. Pethicks 等 , Cambridge University Press, 2008 年	书籍
56	《Many-particle physics》	Mahan, G. D. , Plenum, 1993 年	书籍
57	《 The Fokker-Planck Equation》	Risken, Hannes, 1996 年	书籍
58	Quantum Field Theory in a Nutshell	A. Zee, PRINCETON UNIVERSITY PRESS	书籍
59	Nonlinear optics(3th-Ed)	Robert W. Boyd, Academic Press,	书籍

		2008	
60	《Subwavelength Optics》	Yongqi Fu, Bentham Books	书籍

## 《论文写作与学术规范》课程简明教学大纲

课程名称	论文写作与学术规范		课程编号	
课程负责人	黄岳彩	教学成员	黄岳彩、陈福明	
学时	54		学分	3
课程类别	学科基础课		授课方式	讲授

### 教学目的及要求

本课程面向研究生新生开设，旨在帮助学生明确什么是科学研究、如何进行科学研究、以及应当遵守哪些学术规范，从而为学生后续学习和科研做好准备。本课程要求学生了解科研的内涵，掌握文献检索和阅读、做学术报告以及撰写学术论文的基本方法，了解基本的学术道德和规范。

### 课程内容

1. 科研简介：了解科研的基本知识
  - 1.1. 什么是科学研究、科研的意义
  - 1.2. 科研的方法和过程
  - 1.3. 学生与研究者
  - 1.4. 科研中的困难与坚持
2. 文献检索：掌握文献检索的方法
  - 2.1. 文献的类型
  - 2.2. 常用数据库
  - 2.3. 系统性检索的方法
  - 2.4. 文献相关性和可靠性的评估
  - 2.5. 文献管理
3. 论文阅读：学习高效阅读论文的方法
  - 3.1. 论文的类型
  - 3.2. 论文的结构
  - 3.3. 泛读论文
  - 3.4. 精读论文
  - 3.5. 批判性思维
4. 学术报告：学习做学术报告的方法
  - 4.1. 学术会议简介
  - 4.2. 幻灯片制作

<ul style="list-style-type: none"> <li>4.3. 展板设计</li> <li>4.4. 口头陈述的技巧</li> <li>5. 论文写作（一）：学习学术论文撰写的基本方法 <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. 学术论文撰写流程</li> <li>5.2. 论文构成与表达：标题</li> <li>5.3. 论文构成与表达：摘要和结论</li> <li>5.4. 论文构成与表达：引言</li> <li>5.5. 论文构成与表达：正文</li> </ul> </li> <li>6. 论文写作（二）：学习学术论文撰写的注意事项 <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. 表格和图形的设计</li> <li>6.2. 引用及引文格式</li> <li>6.3. 拼写规则、标点符号、数字、缩写等</li> <li>6.4. 英文写作的常见问题</li> <li>6.5. 防范无意中的剽窃</li> </ul> </li> <li>7. 论文写作（三）：论文投稿和修订 <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1. 投稿流程</li> <li>7.2. 论文评审的标准</li> <li>7.3. 回应审稿人意见</li> </ul> </li> <li>8. 论文写作（四）：学习 LaTeX 排版工具 <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1. LaTeX 介绍</li> <li>8.2. LaTeX 环境配置和安装</li> <li>8.3. 模板的使用</li> <li>8.4. 数学符号与公式</li> <li>8.5. 表格和图片</li> <li>8.6. 引用</li> </ul> </li> <li>9. 学术规范：了解学术规范和防范学术不端，树立正确的学术道德观 <ul style="list-style-type: none"> <li>9.1. 学术规范的基本概念</li> <li>9.2. 论文写作中的学术规范</li> <li>9.3. 同行评审中的学术规范</li> <li>9.4. 利益相关</li> <li>9.5. 常见的学术不端行为</li> </ul> </li> </ul>	
考核方式	考查
参考书目	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 韦恩·C·布斯等，研究是一门艺术，新华出版社，2009</li> <li>2. 凯特·L·杜拉宾，芝加哥大学论文写作指南，新华出版社，2015</li> <li>3. Science Research Writing: A Guide for Non-Native Speakers of English, Glasman-Deal Hilary, Imperial College Press, 2010</li> </ul>

## 《高等量子力学》课程简明教学大纲

课程名称	高等量子力学	课程编号	
课程负责人	王瑞强	教学成员	朱起忠、邓明勋
学时	54	学分	3
课程类别	学科基础课	授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p>目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.全面、系统和深入地掌握量子力学的基本知识。</li> <li>2.掌握用量子力学处理典型问题的方法，为量子场论、多体理论与格林函数方法等相关课程提供理论基础，同时也为他们开展科研工作打好基础。</li> <li>3.除了系统理解课堂讲解内容之外，了解量子力学相关的前沿研究动态。</li> </ol> <p>要求：熟悉量子力学研究方法思路，掌握主要方程的建立和推演，全面理解方程的适应条件和物理意义，为进一步从事科研工作奠定坚实的理论基础。</p>			
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 量子力学的基本概念和方法（10 课时） <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 自旋二态体系</li> <li>1.2 态矢量、算符和矩阵表示</li> <li>1.3 波函数和薛定谔方程、海森堡运动方程</li> <li>1.4 简谐振子</li> <li>1.5 测量中的 不确定关系</li> <li>1.6 相干态和压缩态</li> <li>1.7 路径积分和 Green 函数</li> </ol> </li> <li>2. 量子散射理论（5 课时） <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Lippmann-Schwinger 方程</li> <li>1.2 Dyson 方程</li> <li>1.3 演化算符和 S 矩阵</li> </ol> </li> <li>3. 量子力学中的对称性和角动量（8 课时） <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 转动态的定义和转动算符</li> <li>1.2 两个角动量的耦合、Clebsch-Gordan 系数</li> <li>1.3 对称性和守恒量</li> <li>1.4 空间反演和宇称</li> <li>1.5 时间反演对称性</li> </ol> </li> <li>4. 量子力学中的相位（8 课时） <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 电磁势和规范变换</li> <li>1.2 Aharonor-Bohm 效应及其含义</li> </ol> </li> </ol>			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.3 绝热近似与 Berry 相因子</li> <li>1.4 动力学相位及量子纠缠</li> <li>5. 电子在磁场中的运程 (7 课时) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Landan 能级及简并度</li> <li>1.2 量子 Hall 效应</li> <li>1.3 Hall 效应家族</li> </ul> </li> <li>6. 量子多体问题方法及其应用 (10 课时) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 二次量子化方法</li> <li>1.2 二次量子化后的哈密顿量</li> <li>1.3 波色-爱因斯坦凝聚</li> <li>1.4 液氦的超流理论</li> <li>1.5 超导的 BCS 理论</li> </ul> </li> <li>7. 相对论性的量子力学 (6 课时) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Klein-Gordon 方程</li> <li>1.2 Dirac 方程及其平面波解</li> <li>1.3 Klein 佯谬和反粒子</li> </ul> </li> </ul>
考核方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.课堂研究报告;</li> <li>2.期末考试。</li> </ul>
参考书目	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 倪光炯, 陈苏卿, 《高等量子力学》, 复旦大学出版社 (2005)</li> <li>2. 张永德, 《高等量子力学》(上), (下), 科学出版社 (2008)</li> <li>3. 曾谨言, 《量子力学》卷二</li> </ul>

## 《固体理论》课程简明教学大纲

课程名称	固体理论		课程编号	
课程负责人	周涛	教学成员	周涛, 郎利君	
学时	54		学分	3
课程类别	专业必修课		授课方式	讲授
<p><b>教学目的及要求</b></p> <p>固体理论是为凝聚态物理专业研究生开设的一门基础课程, 主要目的是理论化、系统化的研究固体物理的基本问题。课程以相互作用系统中的元激发问题为核心内容, 重点介绍: 周期性结构、晶格振动和声子、固体磁性、金属和等离子体特性、电声子相互作用、超导电性、能带理论。在授课过程中, 以二次量子化和量子多体等理论方法为基础, 对上述体系的物理性质进行深入的阐述, 在更深的层次上理解固体性质和热力学行为。通过本门课程的学习, 使学生对固体物理的相关领域以及相关的研究方向有较全面深入的了解, 同时掌握基本的理论方法, 为将来的研究工作打下扎实的基础</p>				
<p><b>课程内容</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 周期性结构和能带理论 (8 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 正格矢与倒格矢</li> <li>1.2 平移对称性和布洛赫定理</li> <li>1.3 布里渊区和晶体对称性</li> <li>1.4 点阵傅里叶级数</li> <li>1.5 布洛赫表象和瓦尼尔表象</li> <li>1.6 紧束缚近似的二次量子化</li> </ol> </li>   <li>2. 声子 (8 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 晶格动力学</li> <li>2.2 格波特性</li> <li>2.3 简正坐标</li> <li>2.4 声子</li> <li>2.5 态密度和范·霍夫奇点</li> </ol> </li>   <li>3. 磁振子 (10 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 自旋波图像</li> <li>3.2 海森伯模型</li> <li>3.3 铁磁自旋波理论</li> <li>3.4 反铁磁自旋波理论</li> <li>3.5 铁氧体中的自旋波</li> </ol> </li> </ol>				

4. 等离基元 (10 课时)
  - 4.1 等离激元和准电子
  - 4.2 相互作用电子系统的哈密顿量
  - 4.3 电子集体振荡的经典理论
  - 4.4 量子运动方程的无规相近似
  - 4.5 线性响应理论
  - 4.6 介电函数
  - 4.7 电子系统的元激发谱
  
5. 电声子相互作用 (6 课时)
  - 5.1 互作用过程
  - 5.2 电子与声频支声子相互作用
  - 5.3 声子的自能修正
  - 5.4 有效电子-电子互作用
  
6. 超导电性 (6 课时)
  - 6.1 超导体基本性质
  - 6.2 电声子相互作用
  - 6.3 BCS 理论
  
7. 强关联电子体系 (6 课时)
  - 7.1 赫伯德模型
  - 7.2 局域磁矩理论
  - 7.3 RKKY 互作用
  - 7.4 近藤效应
  - 7.5 t-J 模型
  - 7.6 巡游电子的磁性理论

考核方式	考试
参考书目	固体理论（第二版）高等教育出版社 李正中 2002



## 《高等固体物理》课程简明教学大纲

课程名称	高等固体物理		课程编号	
课程负责人	李炜	教学成员	李炜、符斯列	
学时	54		学分	3
课程类别	专业必修课		授课方式	讲授、讨论、报告
<b>教学目的及要求</b> <b>教学目的：</b> 固体理论是研究固体的结构，及其组成粒子（原子、离子、电子）之间相互作用与运动规律，是材料科学与工程专业、材料物理专业、电子科学与技术、微电子学与固体电子学等相关专业的一门专业基础理论课程，有着十分重要的地位和作用。本课程着重讨论固体相关微观物理性质的基础理论。 <b>要求：</b> 掌握固体结构及其内部粒子之间作用与运动规律，及其与性能的关系，为微电子学科各个专业方向的材料与相关器件的研究打下坚实基础。				
<b>课程内容</b> 1、晶体结构的描述（10 课时） 1.1 晶格周期性 1.2 晶向和晶面 1.3 倒格子 1.4 晶体的宏观对称性 1.5 晶体的对称性 2、固体的结合（8 课时） 2.1 离子性结合 2.2 共价性结合 2.3 金属性结合 2.4 范德华结合 3、晶格振动的经典理论（12 课时）				

<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 单原子链振动</li> <li>3.2 双原子链振动</li> <li>3.3 三维晶格振动</li> <li>3.4 离子晶体的长光学波</li> <li>3.5 晶格热容</li> <li>3.6 晶格热传导</li> <li>4、固体的能带理论（16 课时） <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 布洛赫定理</li> <li>4.2 近自由电子近似</li> <li>4.3 紧束缚近似</li> <li>4.4 能态密度和费米面</li> <li>4.5 费米统计和电子热容</li> <li>4.6 分布函数和玻尔兹曼方程</li> <li>4.7 弛豫时间近似</li> <li>4.8 晶格散射</li> </ul> </li> <li>5、半导体电子论（8 课时） <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 半导体的基本能带结构</li> <li>5.2 半导体中的杂质</li> <li>5.3 半导体中电子的费米能级分布</li> <li>5.4 非平衡载流子</li> </ul> </li> </ul>	
考核方式	综合成绩根据出勤情况、平时成绩和期末成绩评定，出勤情况占 20%，平时成绩占 20%，期末成绩占 60%。
参考书目	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 《固体物理学》，黄昆原著，韩汝琦改编，高等教育出版社，2002；</li> <li>2 《固体物理导论》，C. 基泰尔著，杨顺华译，科学出版社，1979；</li> <li>3 《固体物理基础》，阎守胜编著，北京大学出版社，2003。</li> </ul>

## 《高等统计物理》课程简明教学大纲

课程名称	高等统计物理		课程编号	
课程负责人	王振宇, 艾保全	教学成员	王振宇, 艾保全	
学时	54		学分	3
课程类别	专业必修课		授课方式	讲授
<p>教学目的：本课程是物理学专业研究生的专业必修课。通过本课程的学习，使学生对统计物理学的理论方法和研究对象有一个系统的理解，并对这一领域的发展有一定的了解，为今后的进一步学习有关课程和从事相关科学研究工作打下良好的基础。</p> <p>要求：初等热力学与统计物理，量子力学，微积分和概率论的基础知识。</p>				
<p>课程内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 统计物理基础知识(3 学时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 概率相关知识</li> <li>1.2 中心极限定理</li> <li>1.3 常用统计物理数学公式</li> </ol> </li> <li>2. 涨落-耗散定理与随机过程(5 学时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 涨落-耗散定理</li> <li>2.2 随机过程</li> </ol> </li> <li>3. 量子系综 (6 学时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 量子系综的引入</li> <li>3.2 量子系综的密度算符</li> <li>3.3 力学量平均值的量子系综表示</li> <li>3.4 量子刘维尔方程</li> </ol> </li> <li>4. 配分函数 (5 学时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 玻尔兹曼系统的配分函数</li> <li>4.2 玻色系统和费米系统的巨配分函数</li> <li>4.3 李-杨定理</li> </ol> </li> <li>5. 经典与量子的集团展开法 (4 学时)</li> </ol>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 经典的集团展开法</li> <li>5.2 量子的集团展开法</li> <li>6. 相变和临界现象 (6 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 序参量</li> <li>6.2 临界指数和标度律</li> <li>6.3 自发对称破缺</li> </ul> </li> <li>7. 典型的晶格统计模型 (6 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Ising 模型</li> <li>7.2 XY 模型</li> <li>7.3 Potts 模型</li> </ul> </li> <li>8. 平均场理论 (6 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1 平均场理论基本思想</li> <li>8.2 多体问题的共同特征</li> <li>8.3 平均场理论应用例子</li> </ul> </li> <li>9. 玻色系统 (5 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>9.1 玻色-爱因斯坦凝聚</li> <li>9.2 超流性</li> </ul> </li> <li>10. 超流相变与朗道超流理论 (4 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>10.1 超流相变</li> <li>10.2 朗道超流理论</li> </ul> </li> <li>11. 费米系统 (4 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>11.1 费米气体</li> <li>11.2 费米液体</li> </ul> </li> </ul>	
考核方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 课后习题作业。</li> <li>2. 课上习题讲解。</li> <li>3. 期末闭卷考试。</li> </ul>
参考书目	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 杨展如,《量子统计物理学》,高等教育出版社,2007年。</li> <li>2. L. E Reichl,《A Modern Course in Statistical Physics》, Wiley, 2016年。</li> <li>3. M. Plischke 和 B. Bergersen,《Equilibrium Statistical Physics》, World Scientific Publishing, 2006年。</li> <li>4. 李政道,《李政道讲义:统计力学》,上海科学技术出版社,2006年</li> </ul>

## 《群论》课程简明教学大纲

课程名称	群论		课程编号	
课程负责人	郭星雨	教学成员	郭星雨、黄家辉	
学时	54		学分	3
课程类别	专业必修课		授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p style="text-align: center;">使学生们掌握群论的基础知识，以及其在物理学，特别是高能物理学中的广泛运用，能够熟练地将群论的知识及方法运用到物理学研究工作中。</p>				
<p>课程内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 群论的基础知识（6 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 群的定义，子群，陪集与类</li> <li>1.2 不变子群，同构，同态与群的直积</li> </ol> </li> <li>2 群表示论基础（15 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 群表示的基本概念</li> <li>2.2 群表示论的理论基础</li> <li>2.3 特征标理论</li> <li>2.4 群表示的直积</li> </ol> </li> <li>3 SU(2)群和 SO(3)群（9 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 旋转群的一般知识</li> <li>3.2 SU(2)群与 SO(3)群的不可约表示</li> <li>3.3 SO(3)表示的直积</li> </ol> </li> <li>4 李群与李代数（9 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 李群与李代数的定义</li> <li>4.2 SU(3)与 SO(3)群的李代数方法</li> </ol> </li> <li>5 对称群（9 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 对称群的定义、类与不变子群</li> <li>5.2 杨图，杨盘与杨算符</li> <li>5.3 对称群的不可约表示</li> </ol> </li> <li>6 点群（6 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 第一类与第二类点群</li> <li>6.2 点群的不可约表示</li> </ol> </li> </ol>				
考核方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平时作业与表现</li> <li>2. 期末考试</li> </ol>			
参考书目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 韩其智，孙洪洲，《群论》，北京大学出版社，1987</li> <li>2. 马中骐，《物理学中的群论方法》，科学出版社，1998</li> <li>3. J. P. Elliott and P. G. Dawber, Symmetry in Physics, Vols. 1 and 2 (London: Macmillan) 1979</li> </ol>			

## 《凝聚态物理导论》课程简明教学大纲

课程名称	凝聚态物理导论	课程编号	
课程负责人	杨谋	教学成员	
学时	54	学分	3
课程类别	专业必修课	授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p>目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 全面强化量子力学和固体物理的知识网络，形成对凝聚态物理学学科全貌的基本认识。</li> <li>2. 理解学科中的常用基础理论，完善学生的知识结构，使学生掌握一些将来对具体课题开展研究所需要的基本研究方法和研究工具。</li> <li>3. 了解凝聚态物理学中的前沿研究方向，培养自主学习和文献调研的能力。</li> </ol> <p>要求：《量子力学》，《固体物理》，《热力学统计物理》</p>			
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 综览</li> <li>2. 物质的结构</li> <li>3. 周期结构中的波</li> <li>4. Bloch 动力学</li> <li>5. 键和能带</li> <li>6. 相变和有序相</li> <li>7. 表面和杂质</li> <li>8. 无序与定域</li> <li>9. 透射与输运</li> <li>10. 凝聚态物理前沿专题</li> </ol>			
考核方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课堂研究报告；</li> <li>2. 期末考试。</li> </ol>		
参考书目	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 《凝聚态物理学》（下卷），冯端/金国钧 编，高等教育出版社，2013 年</li> <li>5. Basic Notions of Condensed Matter Physics, Anderson P W, Menlo Park: Benjamin, 1984 年</li> <li>6. 《凝聚态物理》，解士杰/韩圣浩 编，山东教育出版社，2001 年</li> </ol>		

## 《量子多体理论》课程简明教学大纲

课程名称	量子多体理论		课程编号	
课程负责人	李铭	教学成员	李铭、王瑞强	
学时	48		学分	3
课程类别	必修（双语）		授课方式	讲授+讨论
<p><b>教学目的及要求</b></p> <p>量子多体问题是凝聚态物理系统的核心问题，如费米电子气、费米液体、电子-声子相互作用、固体中的杂质、电导和磁性等。格林函数理论是处理这些物理问题的有效方法。本课程的目标是让学生理解量子多体理论的基本思想和方法，掌握格林函数的理论和应用。本课程要求学生积极参与课堂讨论，准时提交课后作业。在学习本课程之前，学生应该具有高等量子力学基础。</p>				
<p><b>课程内容</b></p> <p>Part I Green' s Functions in Mathematical Physics</p> <p>1 Time-Independent Green' s Functions</p> <p>1.1 Formalism</p> <p>1.2 Examples</p> <p>1.3 Summary</p> <p>2 Time-Dependent Green' s Functions</p> <p>2.1 First-Order Case</p> <p>2.2 Second-Order Case</p> <p>2.3 Summary</p> <p>Part II Green' s Functions in One-Body Quantum Problems</p> <p>3 Physical Significance of G.</p> <p>Application to the Free-Particle Case</p> <p>3.1 General Relations</p> <p>3.2 The Free-Particle (<math>H_0 = p^2/2m</math>) Case</p> <p>3.3 The Free-Particle Klein - Gordon Case</p> <p>4 Green' s Functions and Perturbation Theory</p> <p>4.1 Formalism</p> <p>4.2 Applications</p> <p>5 Green' s Functions for Tight-Binding Hamiltonians</p> <p>5.1 Introductory Remarks</p> <p>5.2 The Tight-Binding Hamiltonian (TBH)</p> <p>5.3 Green' s Functions</p> <p>6 Single Impurity Scattering</p> <p>6.1 Formalism</p> <p>6.2 Explicit Results for a Single Band</p>				

6.3 Applications 7 Two or More Impurities; Disordered Systems 7.1 Two Impurities 7.2 Infinite Number of Impurities 7.2.6 Cluster Generalizations of the CPA 8 Electrical Conductivity and Green' s Functions 8.1 Electrical Conductivity and Related Quantities 8.2 Various Methods of Calculation 8.3 Conductivity in Terms of Green' s Functions 9 Localization, Transport, and Green' s Functions 9.1 An Overview 9.2 Disorder, Diffusion, and Interference 9.3 Localization 9.4 Conductance and Transmission 9.5 Scaling Approach 9.6 Other Computational Techniques 9.7 Localization and Green' s Functions 9.8 Applications <b>Part III Green' s Functions in Many-Body Systems</b> 10 Definitions 10.1 Single-Particle Green' s Functions in Terms of Field Operators 10.2 Green' s Functions for Interacting Particles 10.3 Green' s Functions for Non-interacting Particles 11 Properties and Use of the Green' s Functions 11.1 Analytical Properties of $g_s$ and $g_{\bar{s}}$ 11.2 Physical Significance and Use of $g_s$ and $g_{\bar{s}}$ 11.3 Quasi-particles 12 Computational Methods for $g$ 12.1 Equation of Motion Method 12.2 Diagrammatic Method for Fermions at $T = 0$ 12.3 Diagrammatic Method for $T = 0$ 12.4 Partial Summations. Dyson' s Equation 12.5 Other Methods of Calculation 13 Applications 13.1 Normal Fermi Systems. Landau Theory 13.2 High-Density Electron Gas 13.3 Dilute Fermi Gas 13.4 Superconductivity 13.5 The Hubbard Model	
考核方式	平时作业和出勤占总评 50% 期末开卷考核: 50%
参考书目	1. Green' s Functions in Quantum Physics Eleftherios N. Economou, edited by Springer. 2. 凝聚态物理的格林函数理论



## 《量子场论》课程简明教学大纲

课程名称	量子场论		课程编号	
课程负责人	邢宏喜	教学成员	邢宏喜, Robert de Mello Koch	
学时	54		学分	3
课程类别	专业必修课		授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 理解量子场论的基本概念。</li> <li>2. 掌握量子场论的基本计算方法和技巧。</li> </ol>				
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 序言 (4 课时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 度规与符号约定</li> <li>1.2 场论观点的必要性</li> </ol> </li> <li>2. 标量场 (10 课时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 经典场论</li> <li>2.2 线性谐振子的 Klein-Gordon 场</li> <li>2.3 因果律、传播子</li> </ol> </li> <li>3. 狄拉克场 (15 课时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 狄拉克方程</li> <li>3.2 狄拉克方程的自由粒子解</li> <li>3.3 狄拉克矩阵与双线性量</li> <li>3.4 狄拉克场的量子化</li> <li>3.5 分离对称性</li> </ol> </li> <li>4. 场的相互作用与费曼图 (15 课时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 关联函数的微扰展开</li> <li>4.2 Wick 转动</li> <li>4.3 费曼图</li> <li>4.4 S-矩阵与散射截面</li> <li>4.5 费米子的费曼规则</li> <li>4.6 量子电动力学的费曼规则</li> </ol> </li> <li>5. 量子电动力学基本过程 (10 课时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 正负电子湮灭</li> <li>5.2 交叉对称性</li> <li>5.3 Compton 散射</li> </ol> </li> </ol>				
考核方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课堂研究报告。</li> <li>2. 期末考试。</li> </ol>			
参考书目	M. Peskin and D. Schroeder, An introduction to Quantum Field Theory, Addison-Wesley Publishing Company, 1995.			

## 《粒子物理》课程简明教学大纲

课程名称	粒子物理		课程编号	
课程负责人	王倩	教学成员	王倩、梁剑、史君	
学时	54		学分	3
课程类别	专业必修课		授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p style="text-align: center;">熟悉高能粒子的基本属性、粒子基本相互作用规律、了解粒子物理中的问题、能够分析简单的物理过程并计算相关的物理观测量。</p>				
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 粒子物理历史简介 (1 学时)</li> <li>2. 粒子物理动力学 (2 学时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 四种基本相互作用</li> <li>2.2 基本粒子的性质</li> <li>2.3 弱电耦合</li> <li>2.4 守恒定律</li> </ol> </li> <li>3. 相对论运动学 (3 学时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 洛伦兹变换</li> <li>3.2 四矢量</li> <li>3.3 对撞：经典对撞和相对论对撞</li> <li>3.4 经典例子分析</li> </ol> </li> <li>4. 对称性 (3 学时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 对称性、群和守恒定律</li> <li>4.2 角动量</li> <li>4.3 味道对称性</li> <li>4.4 分立对称性：宇称变换、电荷变换、CP 联合变换、时间反演变换</li> </ol> </li> <li>5. 束缚态 (6 学时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 薛定谔方程</li> <li>5.2 氢原子</li> <li>5.3 电子偶素</li> <li>5.4 重介子偶素</li> <li>5.5 重轻介子</li> <li>5.6 重子</li> </ol> </li> <li>6. 费曼规则 (6 学时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 散射与衰变</li> <li>6.2 相空间</li> </ol> </li> <li>QED (6 学时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1 Dirac 方程</li> </ol> </li> </ol>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>7.2 光子</li> <li>7.3 QED 费曼规则</li> <li>7.4 截面与寿命</li> <li>7.5 重整化</li> <li>8. QCD (6 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1 QCD 的费曼规则</li> <li>8.2 色因子</li> <li>8.3 夸克对的湮灭</li> <li>8.4 渐进自由</li> </ul> </li> <li>9. 弱相互作用 (6 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>9.1 带电轻子的弱相互作用</li> <li>9.2 muon、中子和 pi 介子的衰变</li> <li>9.3 夸克的弱衰变</li> <li>9.4 电弱统一理论</li> <li>9.5 手征费米子</li> </ul> </li> <li>10. 规范场 (9 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>10.1 经典粒子的拉矢量表述</li> <li>10.2 相对论场的拉矢量表述</li> <li>10.3 局域规范对称性、Yang-Mills 理论、QCD</li> <li>10.4 对称性自发破缺和 Higgs 机制</li> </ul> </li> <li>11. 中微子振荡 (3 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>11.1 太阳中微子</li> <li>11.2 中微子振荡</li> <li>11.3 中微子质量</li> <li>11.4 混合矩阵</li> </ul> </li> <li>12. 超出标准模型的新物理 (3 学时) <ul style="list-style-type: none"> <li>12.1 大统一理论</li> <li>12.2 物质反物质不对称</li> <li>12.3 超对称、弦论、额外维</li> <li>12.4 暗物质、暗能量</li> </ul> </li> </ul>	
考核方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 课堂研究报告;</li> <li>2. 期末考试。</li> </ul>
参考书目	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. D.H.Perkins, Introduction to High Energy Physics Combridge, 2000</li> <li>2. 肖振军, 吕才典, 《粒子物理学导论》, , 科学出版社 (2016)。</li> <li>3. D.Griffiths, Introduction to elementary particles, 2008</li> </ul>

## 《近代物理实验方法》课程简明教学大纲

课程名称	近代物理实验方法	课程编号	
课程负责人	李衡讷	教学成员	李衡讷、刘国明
学时	54	学分	3
课程类别	专业必修课	授课方式	课堂授课
<p><b>教学目的及要求</b></p> <p>这门课程将以基于大科研装置的高能物理实验为具体实例，用英语为研究生讲解近代物理常用的实验方法，以及一些前沿进展。这其中主要包括两大部分：粒子探测器原理和实验数据统计分析方法。研究生可以在完成该课程后，将掌握这些常用探测器的工作原理，数据分析方法和数据处理技巧。熟练掌握相关的英文专业词汇和用法，可以一步到位的具备以英语为工作语言直接参加本专业国际合作研究工作。</p>			
<p><b>课程内容：</b></p> <p>第一部分：数据统计分析方法（共 32 学时）</p> <p>    第 1 章：引论，基础概念（8 学时）</p> <p>    第 2 章：概率密度函数（4 学时）</p> <p>    第 3 章：蒙特卡洛方法（4 学时）</p> <p>    第 4 章：统计检验（8 学时）</p> <p>        4.1. 寻找信号的基本方法</p> <p>        4.2. 多变量分析</p> <p>        4.3. 机器学习</p> <p>    第 5 章：参数估计：（8 学时）</p> <p>        5.1. 变量测量的基本方法</p> <p>        5.2. 最大似然法</p> <p>        5.3. 最小二乘法</p> <p>第二部分：探测器原理（共 22 学时）</p> <p>    第 1 章：高能物理探测器简介（4 学时）</p> <p>    第 2 章：粒子与物质的相互作用（4 学时）</p> <p>    第 3 章：气体探测器（1.25 学时）</p> <p>    第 4 章：闪烁体探测器（1.25 学时）</p> <p>    第 5 章：半导体（硅）探测器（1.5 学时）</p> <p>    第 6 章：顶点和径迹探测器（2 学时）</p> <p>    第 7 章：量能器（2 学时）</p> <p>    第 8 章：粒子鉴别（4 学时）</p> <p>    第 9 章：大型探测器系统（2 学时）</p>			
考核方式	考查（考勤课堂表现 10%，平时作业 30%，数据分析课题 30%，探测器课题 30%）		

<p>参考书目</p>	<p>Statistical data analysis, Glen Cowan, 1998</p> <p>Data Analysis in High Energy Physics: A Practical Guide to Statistical Methods, Olaf Behnke, Kevin Kroninger, Gregory Schott, Thomas Schorner-Sadenius, Wiley-VCH; 1 edition (August 19, 2013)</p> <p>Statistical Methods for Data Analysis in Particle Physics, Luca Lista , Springer 2017</p> <p>Statistical Data Analysis for the Physical Sciences, Adrian Bevan Cambridge University Press, 2013</p> <p>Particle Detectors, Grupen C, 1996</p> <p>Introduction to experimental particle physics, FERNOW RC, 539.12 FER, 1986</p> <p>Radiation, detection and measurement. 3rd ed, Knoll, 539.1.074 KNO, 2000</p> <p>Techniques for nuclear and particle physics experiments. A how-to approach. 2nd rev ed , Leo WR, 539.1 LEO, 1994</p> <p>Detectors for particle radiation. 2nd ed , Kleinknecht K, 539.1.074 KLE,1998</p> <p>Experimental techniques in high-energy nuclear and particle physics, FERBEL T, 539.12 FER, 1991</p> <p>Calorimetry : energy measurements in particle physics, Wigmans R, 539.12 WIGM, 2000</p> <p>Semiconductor detector systems, Spieler H, 2005</p> <p>Particle Detection with Drift Chambers, Blum &amp; Rolandi, 539.1.074 BLU, 1993</p> <p>Radiation, detection and measurement. 3rd ed, Knoll, 539.1.074 KNO, 2000</p> <p>Techniques for nuclear and particle physics experiments. A how-to approach. 2nd rev ed , Leo WR, 539.1 LEO, 1994</p> <p>Detectors for particle radiation. 2nd ed , Kleinknecht K, 539.1.074 KLE,1998</p> <p>Experimental techniques in high-energy nuclear and particle physics, FERBEL T, 539.12 FER, 1991</p> <p>Calorimetry : energy measurements in particle physics, Wigmans R, 539.12 WIGM, 2000</p> <p>Semiconductor detector systems, Spieler H, 2005</p> <p>Particle Detection with Drift Chambers, Blum &amp; Rolandi, 539.1.074 BLU, 1993</p>
-------------	---

## 《高等原子与分子物理》课程简明教学大纲

课程名称	高等原子分子物理学		课程编号	
课程负责人	张丹伟	教学成员	张丹伟、黄巍、颜辉	
学时	54		学分	3
课程类别	专业必修课		授课方式	讲授
<p>教学目的及要求： 理解原子与分子物理学的基础概念和现象，了解其前沿进展。</p>				
<p>课程内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 绪论（1 课时）</li> <li>2. 原子模型：             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 卢瑟福模型（2 课时）</li> <li>2.2 玻尔模型：原子的量子态（3 课时）</li> </ol> </li> <li>3. 原子的能级结构             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 氢原子波函数与电子自旋（3 课时）</li> <li>3.2 塞曼效应与能级谱线（3 课时）</li> <li>3.3 电子组态和耦合相互作用（3 课时）</li> <li>3.4 跃迁问题与选择定则（3 课时）</li> <li>3.5 原子的超精细结构（3 课时）</li> </ol> </li> <li>4. 双原子分子的能级结构             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 玻恩-奥本海默近似与分子势能函数（3 课时）</li> <li>4.2 双原子分子的转动与振动（3 课时）</li> <li>4.3 双原子电子态的能级结构（3 课时）</li> <li>4.4 双原子分子波函数的对称性与跃迁选择定则（3 课时）</li> </ol> </li> <li>5. 简并量子气体             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 玻色-爱因斯坦凝聚体基本理论（3 课时）</li> <li>5.2 原子气体的玻色-爱因斯坦凝聚（3 课时）</li> <li>5.3 量子简并费米气体（3 课时）</li> <li>5.4 原子间相互作用与冷分子（3 课时）</li> </ol> </li> <li>6. 超冷原子量子模拟             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 量子模拟简介（3 课时）</li> <li>6.2 冷原子量子模拟前沿进展（6 课时）</li> </ol> </li> </ol>				
考核方式	考查			
参考书目	<p>杨福家，《原子物理学》，高等教育出版社（2008）。</p> <p>徐克尊，《高等原子分子物理学》，科学出版社（2018）。</p> <p>科恩-塔诺季，盖里-奥德林[著]，王义遒，周小计 等[译] 《原子物理学进展通论》，北京大学出版社（2014）。</p>			

## 《信息光学》课程简明教学大纲

课程名称	信息光学	课程编号	1802b0016
课程负责人	许坤远	教学成员	许坤远、黄佐华
学时	54	学分	3
课程类别	专业必修课	授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p>通过本课程的学习，使学生系统学习信息光学基础理论和主要应用。掌握采用信息和通信理论中的方法（即傅里叶分析和线性系统理论）分析光波携带信息的传播、衍射、成像和变化。培养学生理论联系实际，结合光学信息处理技术，开拓学生理论用于实践的方法和思路，提高学生解决实际问题的能力，为从事研究光信息技术及相关学科研究打下基础。</p>			
<p>课程内容</p> <p>第1章、数学基础</p> <p>    1.1 常用普通函数与脉冲函数</p> <p>    1.2 卷积与相关</p> <p>    1.3 正交矢量空间与正交函数系</p> <p>    1.4 傅里叶级数与傅里叶变换</p> <p>第2章、线性系统理论</p> <p>    2.1 线性系统</p> <p>    2.2 线性不变系统</p> <p>    2.3 抽样定量</p> <p>第3章、标量衍射理论</p> <p>    3.1 光波的数学描述</p> <p>    3.2 基尔霍夫衍射理论</p> <p>    3.3 衍射的角谱理论</p> <p>    3.4 菲涅尔衍射</p> <p>    3.5 夫琅禾费衍射</p> <p>    3.6 衍射的巴比涅原理</p> <p>    3.7 衍射光栅</p> <p>    3.8 菲涅尔衍射和分数傅里叶变换</p> <p>第4章、透镜的相位调制和傅里叶变换性质</p> <p>    4.1 透镜的相位调制作用</p> <p>    4.2 透镜的傅里叶变换性质</p> <p>    4.3 光学频谱分析系统</p> <p>第5章、光学系统的频率特性</p> <p>    5.1 透镜的成像性质</p> <p>    5.2 成像系统的一般分析</p>			

<p>5.3 衍射受限相干成像系统的频率响应（相关传递函数）</p> <p>5.4 衍射受限非相干成像系统的频率响应（光学传递函数）</p> <p>5.5 相差对成像系统传递函数的影响</p> <p>5.6 相干与非相干成像系统的比较</p> <p>第6章、全息术</p> <p>6.1 波前记录与重建</p> <p>6.2 同轴与离轴全息图</p> <p>6.3 基元全息图分析</p> <p>6.4 不同类型的全息图</p> <p>6.5 体积全息图与计算全息图</p> <p>6.6 数字全息术</p> <p>第7章、光学信息处理</p> <p>7.1 相干滤波的基本原理</p> <p>7.2 振幅滤波</p> <p>7.3 相位滤波</p> <p>7.4 图像的加减和微分</p> <p>7.5 光学图像识别</p> <p>7.6 图像复原</p> <p>第8章、前沿进展（学生课后调研，课上分享）</p>	
考核方式	平时成绩与期末考查相结合
参考书目	<p>吕乃光,《傅里叶光学-第3版》机械工业出版社</p> <p>钟晓凡,《信息光学数字实验室》科学出版社</p> <p>苏显渝 等《信息光学原理》电子工业出版社</p> <p>张坤明 等《信息光学》华南理工大学出版社</p> <p>宋菲君 等《近代光学信息处理》,北京大学出版社</p> <p>Okan K. Ersoy 著,蒋晓瑜 等 译《衍射、傅里叶光学及成像》机械工业出版社</p>



## 《量子光学》课程简明教学大纲

课程名称	量子光学		课程编号	
课程负责人	杜炎雄	教学成员	廖开宇, 李建锋	
学时	54		学分	3
课程类别	专业必修课		授课方式	讲授
教学目的及要求				
理解量子光学的基础概念和现象, 了解其前沿进展。				
课程内容:				
1、绪论 (2 次课)				
1.1 量子光学发展历史及前沿				
1.2 量子力学基础				
2、经典电磁场与原子的相互作用 (3 次课)				
2.1 经典电磁场与原子相互作用的一般形式				
2.2 二能级原子模型				
2.3 三能级原子模型				
2.4 电磁诱导透明效应				
3、电磁场的量子化 (2 次课)				
3.1 电磁场的量子化处理				
3.2 分束及干涉的量子力学描述				
3.3 压缩光的产生及探测				
4、量子化电磁场与原子的相互作用 (2 次课)				
4.1 缀饰态理论				
4.2 自发福散射 WW 理论				
4.3 耗散和消相干的量子理论				
5、光与非线性介质相互作用的经典与量子理论 (3 次课)				
5.1 非线性相互作用的经典理论				
5.2 非线性相互作用的量子理论				
5.3 光脉冲在非线性介质中的传播				
6、辐射场的相干统计特性 (3 次课)				
6.1 辐射场的统计热力学				
6.2 场的相关函数及场的相干性				
6.3 非经典光场的统计分析				

<p>7、原子的共振荧光与吸收（3次课）</p> <p>7.1 二能级原子的共振荧光理论</p> <p>7.2 原子在压缩态光场中的共振荧光</p> <p>7.3 多光子过程</p> <p>8. 腔量子电动力学</p>	
考核方式	考查
参考书目	<p>1、张智明，《量子光学》，科学出版社（2016）</p> <p>2、谭维翰，《量子光学导论》，科学出版社（2009）</p> <p>3、M. O. Scully, 《Quantum optics》, 世界图书出版社（2000）</p> <p>4、克里斯托弗·格里，《量子光学导论》，清华大学出版社（2019）</p>

## 《激光光谱学》课程简明教学大纲

课程名称	激光光谱学	课程编号	1802a0005
课程负责人	唐志列	教学成员	郑克志 岳成凤
学时	54	学分	3
课程类别	专业必修课	授课方式	课堂教学

教学目的：掌握激光光谱技术的原理及相关应用，了解激光光谱学的最近进展。

要求：具有激光原理、光谱学以及光谱仪器的基础知识。

### 课程内容

#### 第一章 光谱学基础知识

- 第一节 发射光谱
- 第二节 吸收光谱
- 第三节 荧光光谱
- 第四节 散射光谱
- 第五节 谱线宽度与线型

#### 第二章 光谱仪与弱信号检测仪

- 第一节 光栅光谱仪
- 第二节 干涉仪及傅里叶变换光谱仪
- 第三节 信号与噪声
- 第四节 光谱探测器
- 第五节 锁相放大器
- 第六节 取样平均器(BOXCAR)
- 第七节 单光子计数器
- 第八节 光学多道分析仪

#### 第三章 光谱技术中的激光光源

- 第一节 光学谐振腔
- 第二节 激光振荡
- 第三节 光谱学中常用激光光源
- 第四节 超短脉冲激光
- 第五节 光源的非线性光学扩展

#### 第四章 激光吸收光谱技术

- 第一节 基本吸收光谱技术
- 第二节 高灵敏度吸收光谱技术
- 第三节 耦合双共振号陕速吸收光谱技术
- 第四节 外场扫描吸收光谱技术
- 第五节 光声与光热光谱技术

#### 第五章 激光发射光谱技术

第一节 激光诱导荧光光谱技术  
第二节 时间分辨荧光  
第三节 多光子荧光与超声射流技术  
第四节 激光等离子体发射光谱技术

第六章 无多普勒展宽光谱技术  
第一节 饱和吸收光谱技术  
第二节 偏振调制光谱技术  
第三节 双光子无多普勒光谱学  
第四节 线性无多普勒光谱技术

第七章 激光拉曼光谱技术  
第一节 自发拉曼散射  
第二节 相干反斯托克斯拉曼散射光谱  
第三节 受激拉曼散射

第八章 光电离光谱技术  
第一节 原子、分子的高激发态研究  
第二节 光电流光谱技术  
第三节 原子与分子的光电离光谱  
第四节 光电离质谱检测

考核方式	1.课堂研究报告； 2.期末考试。
参考书目	1. 《激光光谱学第3版》， <a href="#">世界图书出版公司</a> 出版，(德)德姆特勒德著，《Laser Spectroscopy Basic Concepts and Instrumentations》(Demtroder,W.)。 2. 《激光光谱技术原理与应用》，陆同兴，路轶群，中国科技大学出版社。

## 《数值计算》课程简明教学大纲

课程名称	数值计算 Numerical Calculation Method		课程编号	
课程负责人	韩鹏	教学成员	朱起忠、李腾超	
学时	36		学分	2
课程类别	专业选修课		授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p>使学生掌握基本的数值计算方法，包括插值、拟合、数值积分、数值微分、方程组数值求解、矩阵特征值、特征向量、微分方程的数值求解等。要求学生熟悉各种问题的基本数值求解算法，能够使用 matlab 或 C 等高级语言编写相关算法程序，并具备进一步探索算法优化的能力。</p>				
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 函数插值 (6 学时 6hr);</li> <li>2. 函数逼近; (4 学时 4hr)</li> <li>3. 数值积分; (4 学时 4hr)</li> <li>4. 数值微分(2 学时 2hr)</li> <li>5. 线性方程组求解(2 学时 2 hr);</li> <li>6. 非线性方程求解(6 学时 6hr);</li> <li>7. 矩阵特征值、特征向量求解(4 学时 4hr)</li> <li>8. 常微分方程求解(4 学时 4hr);</li> <li>9. 偏微分方程求解(2 学时 2hr)</li> </ol>				
考核方式	考试			
参考书目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、关治等，数值分析基础，高等教育出版社</li> <li>2、李庆杨等，数值计算原理，清华大学出版社</li> <li>3 、 Mathew N.O. Sodikn, Numerical Techniques in Electromagnetics, CRC Press,</li> </ol>			

## 《量子信息学》课程简明教学大纲

课程名称	量子信息学 Quantum Information Science		课程编号	
课程负责人	薛正远	教学成员	王振宇	
学时	36		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	讲授
<p>教学目的及要求</p> <p>理解量子信息与量子计算的基础理论，了解其前沿。</p>				
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 量子信息与量子计算导论（2 课时）</li> <li>2. 量子理论基础（2 课时）</li> <li>3. 量子非定域性（2 课时）</li> <li>4. 量子通讯（2 课时）</li> <li>5. 量子密钥分配（2 课时）</li> <li>6. 量子计算基础理论（2 课时）</li> <li>7. 量子算法简介（2 课时）</li> <li>8. 线性光学量子计算（2 课时）</li> <li>9. 光与物质相互作用 1：半经典理论（2 课时）</li> <li>10. 光与物质相互作用 2：全量子理论（2 课时）</li> <li>11. 光与物质相互作用 3：有效哈密顿理论（2 课时）</li> <li>12. 量子开放系统</li> <li>13. 量子模拟（2 课时）</li> <li>14. 离子阱量子计算（2 课时）</li> <li>15. 超导量子计算（2 课时）</li> <li>16. 线路腔量子电动力学（2 课时）</li> <li>17. 几何量子计算（2 课时）</li> <li>18. 量子纠错（2 课时）</li> </ol>				
考核方式	考查			
参考书目	<p>宋鹤山，宋天（译），量子信息论，大连理工大学出版社（2007）。</p> <p>郑大钟，赵千川（译），量子信息与量子计算，清华大学出版社，2005。</p> <p>李承祖，《量子计算机研究》，科学出版社，2011。</p>			

## 《广义相对论》课程简明教学大纲

课程名称	广义相对论		课程编号	
课程负责人	李铭	教学成员	李铭、黄家辉	
学时	32		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	讲授+讨论
<p>教学目的及要求</p> <p style="text-align: center;">广义相对论是关于引力的相对论性协变理论，对时空几何提供了全新的理解和认识。通过本课程的学习，学生将初步理解广义相对论的基本理论和弯曲时空的几何性质、了解黑洞和现代宇宙学的基本内容。</p>				
<p>课程内容</p> <p>一、狭义相对论基础</p> <p>二、张量分析</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 张量及其对称性</li> <li>2. 矢量的平移</li> <li>3. 协变微商</li> <li>4. 测地线方程</li> <li>5. 曲率张量</li> </ol> <p>三、黎曼几何</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 度规张量</li> <li>2. 克氏联络</li> <li>3. 黎曼空间中的测地线</li> <li>4. 黎曼空间中的曲率张量</li> <li>5. 毕安基恒等式</li> <li>6. 李微商</li> <li>7. 凯林矢量场</li> </ol> <p>四、相对论性引力理论</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 等效原理</li> <li>2. 引力几何化</li> <li>3. 弱引力场中的自由粒子</li> <li>4. 爱因斯坦场方程</li> <li>5. 场方程的牛顿近似</li> <li>6. 引力波</li> </ol> <p>五、观测量的理论</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 观测量作为标量</li> <li>2. 时空间隔的测量和投影算符</li> <li>3. 物理的坐标系</li> <li>4. 四轴系</li> </ol>				

- 5. 两个观测者的测量比较
- 6. 局域惯性系
- 六、球对称引力场
  - 1. 球对称度规
  - 2. 史瓦西解
  - 3. 伯克霍夫定理
  - 4. 史瓦西坐标的物理意义
- 七、粒子在球对称引力场中的运动
  - 1. 时空对称性与守恒量
  - 2. 史瓦西场中的运动方程
  - 3. 行星的轨道
  - 4. 光子的引力偏折
  - 5. 引力红移
- 八、黑洞
  - 1. 引力半径
  - 2. 爱丁顿坐标
  - 3. 克鲁斯卡坐标
  - 4. 球对称时空
  - 5. 黑洞的动力学和辐射

考核方式	平时作业和出勤占总评 50% 期末开卷考核：50%
参考书目	1. 广义相对论引论，俞允强，北京大学出版社 2. 黑洞物理学 王永久，湖南师范大学



## 《凝聚态物理中的场论》课程简明教学大纲

课程名称	凝聚态物理中的场论		课程编号	
课程负责人	贺亮	教学成员	贺亮、王瑞强	
学时	54		学分	3
课程类别	选修课程		授课方式	讲授

### 教学目的与要求：

量子场论的建立与发展虽在历史上主要源于高能物理，然而半多个世纪以来，物理学其它研究领域，如凝聚态物理、统计物理、原子分子物理等领域的发展，已十分清楚地表明：量子场论作为一种普适、强大的理论研究工具，在现代物理学诸多前沿领域中，尤其在涉及到研究具有多自由度复杂物理系统方面，具有不可或缺的重要地位。因此作为一门面向物理学诸多专业研究生的必修课，让相关各个专业研究生认识、熟悉并能简单运用量子场论中最基本、最普适的理论框架和工具，是这门课程教学的核心目的与要求。

### 课程内容：

Part 1: Path integral formulation of quantum field theory and quantum many body problem (12 学时)

- Lecture 1: Classical field theory and its canonical quantization
- Lecture 2: Second quantization recapitulation and beyond (I)
- Lecture 3: Second quantization recapitulation and beyond (II)
- Lecture 4: Path integral formulation

Part 2: Perturbation theory and Feynman diagrams (14 学时)

- Lecture 1: General structure and low order expansions (I)
- Lecture 2: General structure and low order expansions (II)
- Lecture 3: Ground state energy of interacting electron gas
- Lecture 4: Infinite-order expansion

Part 3: Spontaneous symmetry breaking (SSB) (12 学时)

- Lecture 1: Plasma theory of interacting electron gas
- Lecture 2: BEC and superfluidity: SSB of global U(1) gauge symmetry (I)
- Lecture 3: BEC and superfluidity: SSB of global U(1) gauge symmetry (II)
- Lecture 4: Superconductivity: SSB of local U(1) gauge symmetry (I)
- Lecture 5: Superconductivity: SSB of local U(1) gauge symmetry (II)
- Lecture 6: Superconductivity: SSB of local U(1) gauge symmetry (III)

Part 4: Renormalization group (RG) and universality (16 学时)

- Lecture 1: Introduction and RG analysis of 1D Ising model
- Lecture 2: General theory of RG
- Lecture 3: RG analysis of  $\phi^4$  theory (I)
- Lecture 4: RG analysis of  $\phi^4$  theory (II)

考核方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课后习题作业。</li> <li>2. 课上习题讲解。</li> <li>3. 期末闭卷考试。</li> </ol>
参考书目	<p>课程主要内容选自：  A. Altland and B. Simons, “<i>Condensed Matter Field Theory</i>”, Cambridge University Press (2010).</p> <p>如下四本参考书中相关内容作为辅助：  [1] J. W. Negele and H. Orland, “<i>Quantum Many-Particle Systems</i>”, Perseus Books (1998).  [2] A. Zee, “<i>Quantum Field Theory in a Nutshell</i>”, Princeton University Press (2010).  [3] Mark Srednicki, “<i>Quantum Field Theory</i>”, Cambridge University Press (2007).  [4] M. Peskin and D. Schoeder, “<i>An Introduction to Quantum Field Theory</i>”, Frontiers in Physics (1995).</p>

## 《物理前沿进展》课程简明教学大纲

课程名称	物理前沿进展 Frontier progress of Physics		课程编号	
课程负责人	邵志刚	教学成员	物理学各专业导师	
学时	36		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p>教学目的: 学生通过学习, 掌握相关研究前沿的基础知识和最新进展, 在学习的过程中能学会系统的归纳总结研究前沿及如何提高创新能力; 再了解本学院研究生导师的科学研究, 让学生更容易进入相关课题。教学要求: 对物理学的基本内容发展形成知识体系, 对物理学相关前沿有一定了解, 学习如何进行文献检索和撰写综述。</p>				
<p>课程内容:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 绪论 (2 课时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 物理学发展和若干前沿简介</li> <li>1.2 课程安排</li> </ol> </li> <li>2. 前沿调研方法 (4 课时)               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 前沿检索方法</li> <li>2.2 前沿综述阅读与撰写</li> </ol> </li> <li>3. 主题讲座: (30 课时)               <p style="margin-left: 20px;">(每个二级专业三次课, 进行循环安排, 平均每个老师两年给一次讲座)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 理论物理前沿讲座</li> <li>3.2 凝聚态物理前沿讲座</li> <li>3.3 原子分子物理前沿讲座</li> <li>3.4 光学前沿讲座</li> <li>3.5 粒子物理与核物理前沿讲座</li> </ol> </li> </ol>				
考核方式	课程研究报告;			
参考书目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、现代物理学前沿选讲 (第二版) 黄祖洽 科学出版社</li> <li>2、物理学前沿——问题与基础 王顺金 科学出版社</li> <li>3、物理学前沿问题——研究生系列教材 王顺金 四川大学出版社</li> <li>4、当今物理学前沿问题选讲 童国平 主编 浙江大学出版社</li> </ol>			

## 《冷原子实验技术》课程简明教学大纲

课程名称	冷原子实验技术		课程编号	
课程负责人	张善超	教学成员	张善超、王云飞、张彩霞	
学时	36		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	讲授
<p><b>教学目的及要求：</b>            了解冷原子的发展历史、基本内容和研究方法及其在研究和生活中的应用，掌握冷原子制备、探测及操控所涉及实验技术原理，并具有阅读和理解前沿研究文献的能力</p>				
<p><b>课程内容：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 绪论（4 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 冷原子发展史、研究内容及其应用</li> <li>1.2 超冷量子简并气体实验进展</li> </ol> </li>   <li>2. 原子的冷却和囚禁技术（12 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 激光冷却原子的基本原理</li> <li>2.2 光学黏团和塞曼减速器、磁光阱</li> <li>2.3 冷原子囚禁技术（磁阱、光学偶极阱）</li> <li>2.4 亚多普勒冷却技术（偏振梯度冷却、蒸发冷却、拉曼边带冷却）</li> </ol> </li>   <li>3. 冷原子的物理性质及测量（10 学时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 冷原子基本性质表征（原子数、密度、温度）</li> <li>3.2 冷原子基本实验测量（荧光测量、荧光成像、吸收成像、法拉第成像等）</li> <li>3.3 冷原子温度测量技术（时间飞行、多普勒光谱测量、再俘获测量等）</li> <li>3.4 冷原子囚禁参数测量（囚禁阱深测量、阱频率测量）</li> <li>3.5 超冷量子简并气体测量（双分布测量、物质波干涉）</li> </ol> </li>   <li>4. 冷原子物理研究、应用及其进展（10 学时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 冷原子量子态操控（量子操控、量子简并气体）</li> <li>4.2 冷原子量子信息（量子光源、量子网络、量子存储）</li> <li>4.3 冷原子量子精密测量（原子干涉仪、原子钟、光钟）</li> <li>4.4 冷原子量子模拟（光学晶格、人工规范势、Feshbach 共振）</li> <li>4.5 冷原子物理研究前沿</li> </ol> </li> </ol>				
考核方式	考查			
参考书目	王义道，《原子的激光冷却与陷阱》，北京大学出版社，2007 年 Harold J. Metcalf 等，《Laser Cooling and Trapping》，Springer-Verlag, New York, 2002 年 C.J. Pethicks 等《Bose-Einstein Condensate in Dilute Gases》，Cambridge University Press, 2008 年			

## 《第一性原理计算》课程简明教学大纲

课程名称	第一性原理计算 First principles calculations	课程编号	
课程负责人	邵志刚	教学成员	邵志刚、赵锦柱
学时	36	学分	2
课程类别	选修课程	授课方式	课堂教学
<p><b>教学目的及要求</b></p> <p>教学目的: 本课程固体理论为基础, 详细介绍第一性原理计算的理论基础和相关软件使用及其应用。主要介绍计算凝聚态物理学中常用的密度泛函理论、程序及应用实例。以具体应用问题为本, 注重理论课与实践课的结合, 以期适应新时期创新型人才培养和学科发展的需要。</p> <p>教学要求: 了解第一性原理计算方法的理论、软件使用和应用范围。</p>			
<p><b>课程内容:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 绪论 (2 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 第一性原理计算的概论</li> <li>1.2 课程安排</li> </ol> </li> <li>2. 理论基础 (8 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Halse-Fock 近似</li> <li>2.2 密度泛函理论</li> </ol> </li> <li>3. 第一性原理计算相关软件 (8 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 建模软件</li> <li>3.2 具体性质计算软件使用</li> </ol> </li> <li>4. 第一性原理计算的应用 (10 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 第一性原理计算方法的基本思想和应用范围</li> <li>4.2 电子结构的计算</li> <li>4.3 电子输运的计算</li> <li>4.4 光学性质的计算</li> <li>4.5 磁性性质的计算</li> </ol> </li> <li>5. 第一性原理计算实例 (8 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 计算实例 1</li> <li>5.2 计算实例 2</li> <li>5.3 计算实例 3</li> <li>5.4 计算实例 4</li> </ol> </li> </ol>			
考核方式	课堂研究报告		
参考书目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 周健//梁奇锋, 《第一性原理材料计算基础》, 科学出版社, 2019 年</li> <li>2. 江建军主编, 《计算材料学: 设计实践方法》, 高等教育出版社, 2010 年.</li> <li>3. 钟建新主编, 《计算凝聚态物理与纳米材料设计》, 湖南省重点图书, 湘潭大学出版社, 2011 年.</li> </ol>		

## 《非平衡输运理论》课程简明教学大纲

课程名称	非平衡输运理论		课程编号	
课程负责人	王瑞强、艾保全	教学成员	王瑞强、艾保全、邓明勋	
学时	36		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p>目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 理解非平衡理论。</li> <li>2. 掌握非平衡系统典型的理论处理方法和手段，同时也为他们开展科研工作打好基础。</li> <li>3. 了解非平衡系统的前沿研究动态。</li> </ol> <p>要求：熟悉非平衡研究方法思路，掌握相关的非平衡系统处理方法，为进一步从事科研工作奠定坚实的理论基础。</p>				
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 非平衡系统的概念 (4 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 热驱动的非平衡</li> <li>1.2 电荷驱动的非平衡</li> <li>1.3 自旋偏压驱动的非平衡</li> </ol> </li> <li>2. 电子输运及热输运理论(6 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 介观输运理论</li> <li>2.2 线性相应理论</li> <li>2.3 Kubo 公式及其表示形式</li> </ol> </li> <li>3. 非平衡格林函数 (6 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 非平衡格林函数</li> <li>3.2 运动方程</li> <li>3.3 运动方程在 Kondo 效应中的应用</li> </ol> </li> <li>4. 半经典输运理论(5 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 玻尔兹曼方程</li> <li>4.2 玻尔兹曼方程的线性和非线性求解</li> </ol> </li> <li>5. 布朗运动与随机扩散过程 (5 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 布朗运动</li> <li>5.2 随机扩散过程</li> <li>5.3 随机模拟方法</li> </ol> </li> <li>6. Langevin 方程和 Fokker-Planck 方程 (5 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Langevin 方程</li> </ol> </li> </ol>				

<p>6.2 Fokker-Planck 方程</p> <p>6.3 Langevin 和 Fokker-Planck 方程的应用</p> <p>7. 非平衡定向输运理论 (5 课时)</p> <p>7.1 分子马达介绍</p> <p>7.2 布朗棘轮的工作机制</p> <p>7.3 粒子整流和热整流现象</p>	
考核方式	<p>1.课堂研究报告</p> <p>2.考查</p>
参考书目	<p>1. 李正中, 《固体理论》, 高等教育出版社, 2002 年</p> <p>2. Mahan, G. D. 《Many-particle physics》, Plenum, 1993 年</p> <p>3. 黄昆, 《固体物理学》, 高等教育出版社, 2000 年</p> <p>4 曾谨言, 《量子力学》卷二</p> <p>5. 包景东, 《经典和量子耗散系统的随机模拟方法》2009 年</p> <p>6. Risken, Hannes 《The Fokker-Planck Equation》1996 年</p>

## 《规范场论》课程简明教学大纲

课程名称	规范场论	课程编号	
课程负责人	Shinsuke Yoshida	教学成员	邢宏喜、Shinsuke Yoshida
学时	36	学分	2
课程类别	选修课程	授课方式	讲授加讨论
<p>教学目的及要求</p> <p>由于规范场理论在许多物理领域有重要应用,因此物理专业的研究生掌握规范场理论的基本知识是非常必要的。通过本课程的学习,使学生掌握规范场理论的基本知识和简单应用,为进一步的专业学习和研究打下基础。</p>			
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、规范场理论发展简史 (4 课时)</li> <li>2、整体规范变换与守恒律 (5 课时)</li> <li>3、定域规范变换与相互作用 (5 课时)</li> <li>4、规范场的整体 (拓扑) 效应 (5 课时)</li> <li>5、场方程和经典解 (5 课时)</li> <li>6、自发对称破缺, Higgs 机制 (6 课时)</li> <li>7、规范场的量子化和路径积分 (6 课时)</li> </ol>			
考核方式	课程论文		
参考书目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、Quantum Field Theory in a Nutshell, A. Zee, PRINCETON UNIVERSITY PRESS</li> <li>2、相互作用的规范理论, 戴元本, 科学出版社</li> <li>3、An Introduction to Quantum Field Theory, M. E. Peskin, Westview Press</li> </ol>		



## 《微扰量子色动力学》课程简明教学大纲

课程名称	微扰量子色动力学		课程编号	
课程负责人	邢宏喜	教学成员	邢宏喜, Shinsuke Yoshida	
学时	36		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 理解微扰量子色动力学 (QCD) 的基本概念。</li> <li>2. 掌握微扰 QCD 的基本计算方法和技巧。</li> <li>3. 了解微扰 QCD 的前沿研究方向。</li> </ol>				
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 量子色动力学 (QCD) 简介 (6 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 QCD 费曼规则</li> <li>1.2 树图计算</li> </ol> </li> <li>2. 正负电子湮灭过程 (10 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 次领头阶的树图</li> <li>2.2 次领头阶的圈图</li> </ol> </li> <li>3. 正负电子湮灭过程中的强子产生 (10 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 强子碎裂函数的算符定义</li> <li>3.2 强子碎裂函数的重整化</li> <li>3.3 正负电子湮灭过程的次领头阶修正</li> </ol> </li> <li>4. 深度非弹性散射过程 (10 课时)             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 部分子分布函数的算符定义</li> <li>4.2 部分子分布函数的重整化</li> <li>4.3 深度非弹性散射过程的次领头阶修正</li> </ol> </li> </ol>				
考核方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课堂研究报告。</li> <li>2. 期末考试</li> </ol>			
参考书目	R.D.Field, Applications of Perturbative QCD, Addison-Wesley Publishing Company.			

## 《高能核物理导论》课程简明教学大纲

课程名称	高能核物理导论		课程编号	
课程负责人	邢宏喜、郭星雨	教学成员	邢宏喜、郭星雨	
学时	36		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	课堂教学
<p>教学目的及要求</p> <p>使学生熟悉高能核物理，特别是重离子碰撞实验的理论背景和主要研究内容。了解重离子碰撞实验过程中的系统演化以及主要的末态可观测量。熟悉目前通用的一些描述实验的唯像模型。</p>				
<p>课程内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 理论与实验概述（8 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 强相互作用理论简介</li> <li>1.2 重离子碰撞实验概述</li> </ol> </li> <li>2 初态分布与早期演化（4 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 部分子分布函数</li> <li>2.2 初期演化模型</li> </ol> </li> <li>3 输运与流体模型（8 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 量子输运模型</li> <li>3.2 局域热平衡与流体模型</li> <li>3.3 强子化与强子相演化</li> </ol> </li> <li>4 实验可观测量（10 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 末态强子谱</li> <li>4.2 喷注</li> <li>4.3 重夸克</li> <li>4.4 电磁探针</li> </ol> </li> <li>5 新的进展（6 课时）               <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 磁场与涡旋效应</li> <li>5.2 涨落与临界点</li> <li>5.3 自旋流体与非平衡流体</li> </ol> </li> </ol>				
考核方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平时作业与表现</li> <li>2. 期末考试</li> </ol>			
参考书目	1. R. Vogt, Ultrarelativistic Heavy-Ion Collisions, Elsevier, 2007			

## 《光电技术与系统》课程简明教学大纲

课程名称	光电技术与系统 Optoelectronic Technology and System		课程编号	
课程负责人	李丰果	教学成员	李丰果、彭力	
学时	36		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	讲授
<p><b>教学目的及要求</b></p> <p>本课程在讲述光电检测理论基础以及光电检测仪器的结构组成和设计思路的基础上,重点培养学生基本光学仪器系统的设计能力。教学要求为:要求学生掌握光电系统的原理和组成、常见光电检测系统的光源、探测器、光电转换电路和探测原理,掌握光电检测系统的构建方法和器件选型等,完成一个基本光电系统的设计。教学目标为:通过课程的学习,使学生了解和掌握仪器设计的基本原理和方法、光电系统的组成及光电系统所涉及的各种知识,了解和掌握常用光电测量方法,具有光电系统的基本设计能力。</p>				
<p><b>课程内容</b></p> <p>第一章 绪论 (2 课时)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课程的要求</li> <li>2. 光电系统的基本概念</li> </ol> <p>第二章 辐射度学和光度学的基础 (2 课时)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 辐射度学的基本物理量</li> <li>2. 光度学的基本物理量</li> <li>3. 辐射度学与光度学中的基本定律</li> </ol> <p>第三章 光源及照明方式 (4 课时)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 光源的基本特性参数</li> <li>2. 热辐射源和固体光源及其相关能参数与应用</li> <li>3. 光源及照明系统的选择</li> <li>4. 照明系统的设计原则与方式</li> </ol> <p>第四章 光电探测器 (8 课时)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 光电探测器的性能参数与噪声</li> <li>2. 典型的光子探测器</li> <li>3. 典型的热探测器</li> </ol> <p>第五章 微弱信号检测方法介绍 (6 课时)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 常规小信号检测方法</li> <li>2. 相关检测方法</li> <li>3. 光外差检测方法</li> </ol> <p>第六章 光电系统的设计原则 (4 课时)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 光电系统的设计原则</li> <li>2. 光电系统的抗干扰技术</li> </ol> <p>第七章 光电检测系统设计绘图技术 (6 课时)</p>				

1. 工程制图基础 2. AutoCAD 工程绘图技术基础	
考核方式	考查
参考书目	1. 张志伟等编著，光电检测技术（第四版），清华大学出版社。 2. 浦昭邦、王宝光主编，测控仪器设计，机械工业出版社。 3. （英）科汤（Coaton,J.R.）等著，光源与照明（第四版），复旦大学出版社。 4. CAD/CAM/CAE 技术联盟，AutoCAD 2012 中文版从入门到精通，清华大学出版社。

## 《非线性光学》课程简明教学大纲

课程名称	非线性光学		课程编号	
课程负责人	姜小芳	教学成员	姜小芳、刘冬梅、陈溢杭、张善超	
学时	36		学分	2
课程类别	选修课程		授课方式	讲授
<p><b>教学目的及要求</b></p> <p>掌握非线性光学领域的基础理论、分析方法和若干重要研究方向，了解非线性光学现象在研究和生活中应用，具备阅读和理解相关领域前沿研究文献的能力。</p>				
<p><b>课程内容</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 绪论（2 课时）             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 线性光学与非线性光学的界定</li> <li>1.2 非线性光学研究进展</li> </ol> </li> <li>2. 非线性的光学基础（4 学时）             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 非线性极化率的定义</li> <li>2.2 非线性极化率的非简谐振子模型</li> <li>2.3 非线性极化率的性质</li> </ol> </li> <li>3. 光波在非线性和介质中传播的基本方程（6 学时）             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 非线性介质中的麦克斯韦方程</li> <li>3.2 非线性极化强度和光场</li> <li>3.3 非线性光学耦合波方程</li> </ol> </li> <li>4. 二阶非线性光学效应（12 学时）             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 电光效应和光学整流</li> <li>4.2 二次谐波的产生</li> <li>4.3 相位匹配和准相位匹配</li> <li>4.4 三波混频及和频、差频产生</li> <li>4.5 光参量振荡与放大</li> </ol> </li> <li>5. 三阶非线性光学效应（12 学时）             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 光克尔和自聚焦效应</li> <li>5.2 三次谐波效应</li> <li>5.3 四波混频和光学相位共轭</li> <li>5.4 双光子吸收</li> <li>5.5 受激拉曼和受激布里渊散射</li> </ol> </li> </ol>				
考核方式	考查			
参考书目	<p>《非线性光学—原理与进展》，钱士雄，复旦大学出版社，2001</p> <p>《非线性光学》，石顺祥等，西安电子科技大学出版社，2003</p> <p>《非线性光学原理》，沈元壤著，顾世杰译，科学出版社，1987</p> <p>《强光学》，刘颂豪，赫光生，科学出版社，2011</p> <p>《非线性光学》，李淳飞，电子工业出版社，2009</p> <p>《非线性光学物理》，叶佩弦，北京大学出版社，2007</p> <p>Nonlinear optics(3th-Ed), Robert W. Boyd, Academic Press, 2008</p>			

## 《微纳光子学》课程简明教学大纲

课程名称	微纳光子学 Micro and Nanophotonics	课程编号	1802c0053
课程负责人	陈溢杭	教学成员	许坤远
学时	36	学分	2
课程类别	选修课程	授课方式	授课
<p><b>教学目的及要求</b></p> <p>20 世纪对人类生活影响最深的科技成果当属基于半导体材料的集成电路芯片。涉及了电脑、互联网、手机、数码电、，家电、医疗器件等众多领域。可以说现代生活几乎是时刻离不开它的。然而，其发展目前已经逼近其理论极限。作为未来的接力者——集成光路芯片成为了当代科学技术的研究热点。微纳光子学则是构建集成光路芯片的基础。因此，掌握微纳光子学的基本理论及相关器件的特性对理解集成光路芯片是非常重要的。</p> <p>通过本课程的学习，使学生初步认识到目前集成电路芯片技术发展所遇到的问题以及可能的解决方向；详细了解微纳结构是如何调控光的传输行为，其理论基础是什么，通过什么方法实现，能够取得怎样的调控效果；拓展学生的知识体系，为其专业学习和研究提供有益的知识补充。</p>			
<p><b>课程内容</b></p> <p>第 1 章 绪论</p> <p>第 2 章 周期介质中电磁波的传播特性（8 学时）</p> <p style="margin-left: 20px;">2.1 倒格子与介电函数的傅里叶展开</p> <p style="margin-left: 20px;">2.2 布洛赫定理与布里渊</p> <p style="margin-left: 20px;">2.3 光子带隙</p> <p style="margin-left: 20px;">2.4 光子能流与群速度</p> <p style="margin-left: 20px;">2.5 麦克斯韦方程组的标度特性</p> <p>第 3 章 光子晶体的特性（8 学时）</p> <p style="margin-left: 20px;">3.1 一维光子晶体</p> <p style="margin-left: 20px;">3.2 二维光子晶体</p> <p style="margin-left: 20px;">3.3 三维光子晶体</p> <p>第 4 章 光波导基本理论（4 学时）</p> <p style="margin-left: 20px;">4.1 平板波导</p> <p style="margin-left: 20px;">4.2 条形波导</p> <p style="margin-left: 20px;">4.3 光纤</p> <p>第 5 章 微环谐振器及相关器件（4 学时）</p> <p style="margin-left: 20px;">5.1 概述及基本原理</p> <p style="margin-left: 20px;">5.2 传输矩阵法分析微环耦合器件</p> <p style="margin-left: 20px;">5.3 基于微环谐振器的集成光子器件</p> <p>第 6 章 基于表面等离激元的纳米光集成（6 学时）</p> <p style="margin-left: 20px;">6.1 表面等离激元的基本性质</p>			

<p>6.2 表面等离激元在亚波长光集成中的应用</p> <p>6.3 石墨烯等离激元及可调谐光子集成器件</p> <p>第7章 超构材料及其光调制（6学时）</p> <p>7.1 概述及基本原理</p> <p>7.2 基于超构材料的光调制器件</p> <p>7.3 全电介质超构材料</p>	
考核方式	平时成绩与期末考查相结合
参考书目	<p>1、(英)乔安普勒斯等，《光子晶体(第2版)》，世界图书出版公司</p> <p>2、栾丕纲，陈启昌著，《光子晶体：从蝴蝶翅膀到奈米光子学》，台北：五南图书出版股份有限公司</p> <p>3、黄昆，韩汝琦，《固体物理学》，高等教育出版社</p> <p>4、何赛灵，戴道铤，《微纳光子集成》，科学出版社</p> <p>5、Yongqi Fu，《Subwavelength Optics》，Bentham Books</p> <p>6、Joseph W. Haus，《Fundamentals and Applications of Nanophotonics》，Woodhead publishing</p> <p>7、帕拉斯.普拉萨德，《纳米光子学》，西安交通大学出版社</p>

## 《固体结构表征》课程简明教学大纲

课程名称	固体结构表征		课程编号	
课程负责人	徐小志	教学成员	徐小志、****	
学时	36		学分	2
课程类别	专业选修课		授课方式	课堂教学
<p><b>教学目的及要求</b></p> <p>固体结构表征是凝聚态物理专业实验方向开设的一门专业选修课，是从物理实验研究的一门基础且关键的课程，它的主要内容是介绍固体晶体结构学的基本概念和当前材料结构表征的主流表征技术。</p> <p>通过固体结构表征的整个教学过程，使学生理解晶体结构的基本描述，了解当前材料结构表征的技术方法，为从事具体科学研究工作打好基础。</p>				
<p><b>课程内容</b></p> <p>第一章、 晶体学基础（10 课时）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 引言，一些晶体的实例介绍；</li> <li>2. 晶格的周期性</li> <li>3. 晶向、晶面和它们的标志；</li> <li>4. 晶体的宏观对称性，晶格的对称性；</li> <li>5. 倒格子</li> </ol> <p>第二章、 真空的获得和测量（2 课时）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 真空泵、真空计的工作原理</li> <li>2. 低真空、高真空的获得、测量的方法</li> <li>3. 真空泵的结构和操作方法</li> <li>4. 各种常用的镀膜技术</li> </ol> <p>第三章、 X 射线衍射（2 课时）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. X 射线衍射基本原理</li> <li>2. 应用举例</li> </ol> <p>第四章、 透射电子显微镜（2 课时）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 透射电子显微镜原理</li> <li>2. 应用举例</li> </ol> <p>第五章、 扫描探针显微镜（6 课时）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 扫描探针显微镜基本原理</li> <li>2. 扫描隧道显微镜</li> <li>3. 原子力显微镜</li> </ol> <p>第六章、 常用光谱分析（4 课时）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 红外光谱</li> <li>2. 拉曼光谱</li> </ol> <p>第七章、 低能电子衍射谱（4 课时）</p>				



<p>第八章、 俄歇电子能谱（2 课时）</p> <p>第九章、 X 射线光电子能谱（2 课时）</p> <p>第十章、 电子能量损失谱（2 课时）</p>	<p>1.低能电子衍射基本原理 2.应用举例</p> <p>1.俄歇电子能谱基本原理 2.应用举例</p> <p>1.X 射线光电子能谱基本原理 2.应用举例</p> <p>1.电子能量损失谱基本原理 2.应用举例</p>
<p>考核方式</p>	<p>1.课堂 seminar 讨论； 2.期末考试（开卷）。</p>
<p>参考书目</p>	<p>1. 《晶体学基础》，秦善，北京大学出版社，2004。 2. 《固体物理学》，黄昆、韩汝琦，高等教育出版社，1998。 2. 《材料现代分析测试方法》，王富耻，北京理工大学出版社，2006。</p>