

# 理学院物理学专业培养方案

## 一、培养目标

培养学生具有坚实的数学基础、广博的物理学基本知识、系统扎实的物理学基础理论、基本实验方法和技能，了解物理学发展的前沿和科学发展的总体趋势，掌握必要的电子技术和计算机应用基础知识，熟练掌握英语，受到基础研究或应用基础研究的初步训练，具有一定的基础科学研究能力和应用开发能力。培养基础扎实、后劲足、适应能力和知识更新能力较强的高级人才。毕业后适宜继续攻读物理学及相关的高新技术学科、交叉学科等学科领域的研究生，也可到科研、高等学校、产业部门等从事科研、教学、管理和高新技术研发工作。

## 二、学制、授予学位及毕业基本要求

学制：四年

授予学位：理学学士

课程设置的分类及学分比例如下表：

类别	学 分	比 例
通 修 课	71.5	45.69%
学科群基础课	51-54	32.59%
专 业 课	$\geq 26$	16.61%
毕 业 论 文	8	5.11%
合 计	156.5-159.5	100%

## 三、修读课程要求

要求修读的课程分为四个层次，每个层次的课程设置及结构如下：

1、通修课：（71.5 学分）

参照学校关于通修课的课程要求。其中物理类课程和电子类课程以本专业要求为准，以下课程也作为本专业的通修要求：

大学物理—现代技术实验(1 学分)、大学物理—研究性实验(1 学分)；

2、学科群基础课：（51-54 学分）

IN02\*（信息类课程）：（3 学分）

电路分析基础（3 学分）

**MA02\*** (数学类课程): (8 学分)

复变函数 (A) (3 学分)、数理方程 (A) (3 学分)、计算方法 (B) (2 学分)

**PH02\*** (物理类课程): (40-43 学分)

力学 (3 学分)、热学 (2 学分)、电磁学 (4 学分)、理论力学 (3 学分)、光学 (3 学分)、原子物理学 (3 学分)、电动力学 (4 学分)、量子力学 A (4 学分) 和量子力学 B (6 学分) (二选一)、等离子体物理导论 (2 学分)、计算物理学 (核科学类) (3 学分) 和计算物理学 (非核科学类) (3 学分) (二选一)、热力学与统计物理 (4 学分)、固体物理学 A (3 学分) 和固体物理学 B (4 学分) (二选一);

3、专业课: (选  $\geq 26$  学分)

三个方向: **PH03\*** (物理类课程): (选  $\geq 6$  学分)

物理学中的群论 (4 学分)、高等量子力学 (4 学分)、粒子探测技术 (4 学分)、核与粒子物理导论 (4 学分)、核与粒子物理基础实验 (2 学分)、原子分子物理 (4 学分)、现代原子分子导论 (3 学分)、原子分子物理实验方法 (3 学分);

理论物理方向: **PH03\*** (物理类课程) (选  $\geq 20$  学分)

核与粒子物理基础实验 (2 学分)、广义相对论 (3 学分)、物理学中的群论 (4 学分)、高等量子力学 (4 学分)、量子场论 (I) (4 学分)、原子核理论 (4 学分)、近代数学物理方法 (3 学分)、非线性物理 (4 学分)、高等统计 (4 学分)、量子多体理论 (I) (4 学分)、原子分子物理 (4 学分);

粒子物理与原子核物理方向: **PH03\*** (物理类课程): (选  $\geq 20$  学分)

核与粒子物理基础实验 (2 学分)、核物理专业实验 (2 学分)、高等量子力学 (4 学分)、粒子探测技术 (4 学分)、核与粒子物理导论 (4 学分)、原子核物理 (4 学分)、核技术应用 (4 学分)、核与粒子物理实验方法 (4 学分);

原子分子物理方向: **PH03\*** (物理类课程): (选  $\geq 20$  学分)

核与粒子物理基础实验 (2 学分)、核物理专业实验 (2 学分)、原子分子物理 (4 学分)、现代原子分子导论 (3 学分)、原子分子物理实验方法 (3 学分)、粒子探测技术 (4 学分)、广义相对论 (3 学分)、物理学中的群论 (4 学分)、高等量子力学 (4 学分)、量子场论 (I) (4 学分)、近代数学物理方法 (3 学分)、非线性物理 (4 学分)、高等统计 (4 学分)、量子多体理论 (I) (4 学分);

跨学科选修课程: 暂不作硬性要求。

本专业主要课程: 高等数学、力学、热学、电磁学、光学、原子物理、理论物理、电子线路、信息技术、固体物理学等。



## 五、指导性学习计划表

物理专业四年制指导性学习计划

一 年 级									
秋					春				
新课号	老课号	课程名称	学时	学分	新课号	老课号	课程名称	学时	学分
PS01001	无	形势与政策讲座		1	PS01003	104004	马克思主义哲学原理	40/20	3
PS01002	104001	毛泽东思想概论	40	2	FL01002	018502	综合英语二级	80	4
PS01006	104018	法律基础知识	30/10	2	PE012**	103B01	基础体育选项	40	1
PS01007	104027	大学生思想修养	30/10	2	CS01003	210503	数据结构与数据库	60/30	3.5
FL01001	018501	综合英语一级	40	4	PH01701	022141	大学物理一基础实验	54	1
PE011**	103A01	基础体育	40	1	MA01002	001513	多变量微积分	120	6
CS01001	210505	计算机文化基础	10/20	1	ES01000	004068	电子技术基础(1)	80	4
CS01002	210502	C语言程序设计	40/30	2.5	PH02001	022702	力学	60	3
MA01001	001512	单变量微积分	120	6	PH02002	022119	热学	40	2
MA01003	001514	线性代数	80	4			文化素质类课程		
小 计		( 10 ) 门课	24.5		小 计		( 9+* ) 门课	27.5	
二 年 级									
秋					春				
新课号	老课号	课程名称	学时	学分	新课号	老课号	课程名称	学时	学分
		军事理论		1	PS01005	104003	邓小平理论概论	60	3
PS01004	104002	政治经济学原理	40	2	PE013**	103D01	体育选项(2)	40	1
FL01003	018503	综合英语三级	80	4	CS01005	004070	微机原理与接口	60/30	3.5
Ph01702	022142	大学物理一综合实验	54	1	MA02501	001506	数理方程(A)	60	3



理论物理方向 (专业课  $\geq 26$  学分)

三 年 级									
秋					春				
新课号	老课号	课程名称	学时	学分	新课号	老课号	课程名称	学时	学分
PH02103	022148	量子力学 A (2 选 1)	120	6	PH02105	022060	热力学与统计物理	80	4
PH02104	022059	量子力学 B (2 选 1)	80	4	PH02202	022012	计算物理 A (2 选 1)	60	3
PH02201	022125	等离子体物理导论	40	2	PH02203	004040	计算物理 B (2 选 1)	60	3
PH01704	022144	大学物理—研究性实验	60	1	PH02204	002001	固体物理 A (2 选 1)	80	4
PH13001	004015	广义相对论	60	3	PH02205	022118	固体物理 B (2 选 1)	60	3
PH13701	004007	核与粒子物理基础实验	80	2	PH13002	004016	物理学中的群论	80	4
		文化素质类课程			PH13003	004012	高等量子力学	80	4
					PH13301	004110	原子分子物理	80	4
					PH13302	004111	近代数学物理方法	60	3
							文化素质类课程		
小 计		( 4+2* ) 门课	$\geq 10$		小 计		( 5+3* ) 门课	$\geq 19$	
四 年 级									
秋					春				
新课号	老课号	课程名称	学时	学分	新课号	老课号	课程名称	学时	学分
PH14202	004602	量子场论 (I)	80	4	PH14205	004604	高等统计物理	80	4
PH13303	004013	原子核理论	80	4			毕业论文		8
PH13305	004071	多体量子理论	80	4					
PH13304	004065	非线性物理	80	4					
小 计		( 1+3* ) 门课	$\geq 4$		小 计		( 1* ) 门课	$\geq 8$	

注：1. 灰色部分为选修课程。

2. 选修课程中至少选满 16 学分，方可获得毕业学分。

粒子物理与核物理方向 (专业课 ≥ 26 学分)

三 年 级									
秋					春				
新课号	老课号	课程名称	学时	学分	新课号	老课号	课程名称	学时	学分
PH02103	022148	量子力学 A (2 选 1)	120	6	PH02105	022060	热力学与统计物理	80	4
PH02104	022059	量子力学 B (2 选 1)	80	4	PH02202	022012	计算物理 A (2 选 1)	60	3
PH02201	022125	等离子体物理导论	40	2	PH02203	004040	计算物理 B (2 选 1)	60	3
PH01704	022144	大学物理—研究性实验	60	1	PH02204	002001	固体物理 A (2 选 1)	80	4
PH24211	004601	粒子探测技术	80	4	PH02205	022118	固体物理 B (2 选 1)	60	3
PH13004	004010	核与粒子物理导论	80	4	PH13003	004012	高等量子力学	80	4
PH13701	004007	核与粒子物理基础实验	80	2	PH13702	004022	核物理专业实验	80	2
		文化素质类课程			PH13307	004044	核技术应用	80	4
							文化素质类课程		
小 计		( 6+1* ) 门课	≥17		小 计		( 3+4* ) 门课	≥10	
四 年 级									
秋					春				
新课号	老课号	课程名称	学时	学分	新课号	老课号	课程名称	学时	学分
PH13308	004021	核与粒子物理实验方法	80	4			毕业论文		8
PH13306	004018	原子核物理	80	4					
小 计		( 2* ) 门课			小 计		( 1* ) 门课	≥8	

注：1. 灰色部分为选修课程。

2. 选修课程中至少选满 16 学分，方可获得毕业学分。

3. \*号前的数字表示选修课门数。

原子分子物理方向（专业课≥26 学分）

三 年 级									
秋					春				
新课号	老课号	课程名称	学时	学分	新课号	老课号	课程名称	学时	学分
PH02103	022148	量子力学 A (2 选 1)	120	6	PH02105	022060	热力学与统计物理	80	4
PH02104	022059	量子力学 B (2 选 1)	80	4	PH02202	022012	计算物理 A (2 选 1)	60	3
PH02201	022125	等离子体物理导论	40	2	PH02203	004040	计算物理 B (2 选 1)	60	3
PH01704	022144	大学物理—研究性实验	60	1	PH02204	002001	固体物理 A (2 选 1)	80	4
PH13701	004007	核与粒子物理基础实验	80	2	PH02205	022118	固体物理 B (2 选 1)	60	3
PH24211	004601	粒子探测技术	80	4	PH13003	004012	高等量子力学	80	4
PH13001	004015	广义相对论	60	3	PH13702	004022	核物理专业实验	80	2
		文化素质类课程			PH13002	004016	物理学中的群论	80	4
					PH13302	004111	近代数学物理方法	60	3
							文化素质类课程		
小 计		( 4+2* ) 门课	≥9		小 计		( 3+4* ) 门课	≥10	
四 年 级									
秋					春				
新课号	老课号	课程名称	学时	学分	新课号	老课号	课程名称	学时	学分
PH13005	004106	现代原子分子导论	60	3			毕业论文		8
PH34210	004605	原子分子物理实验方法	80	4	PH14205	004604	高等统计物理	80	4
PH14202	004602	量子场论 (I)	80	4					
PH13304	004065	非线性物理	80	4					
PH13305	004071	量子多体理论 (I)	80	4					
小 计		( 2* ) 门课			小 计		( 1* ) 门课	≥8	

注：1. 灰色部分为选修课程。

2. 选修课程中至少选满 16 学分，方可获得毕业学分。



## 六、课程简介

理论物理方向

课 号: PH13001

课程名称 (中文): 广义相对论

课程名称 (英文): General Relativity

学 时: 60

学 分: 3

开课学期: 秋

预修课程: PH02102 电动力学

适用对象和学科方向: 物理学

**主要内容:** 该课程主要讲述广义相对论的原理与应用。内容主要包括三个部分: 第一部分为绪论、扼要介绍广义相对论的三个来源—非欧几何(包括仿射联络, 协变微商, 曲率张量, Christoffel 联络等)、牛顿引力理论和相对性原理的历史。第二部分是核心部分, 着重讲述广义相对论的基本原理和应用, 如引力场方程的推导, 引力波辐射, Schwarzschild 解, 球对称引力场中粒子运动, 光线偏折, 近日点的进动, 雷达回波延迟以及引力辐射等。第三个部分介绍广义相对论中的黑洞理论等。

课 号: PH13002

课程名称 (中文): 物理学中的群论

课程名称 (英文): Group Theory in Physics

学 时: 80

学 分: 4

开课学期: 春

预修课程: MA01514 线性代数、PH02103/PH02104 量子力学

适用对象和学科方向: 物理学

**主要内容:** 群论本身是一门漂亮的数学理论, 也是近代物理的一个重要数学工具。它通过对对称性的描述和运算, 建立起一个严整的逻辑体系, 其方法具有明快简洁和整体性的特点。利用它可以大大深化对现有物理规律的理解, 探讨和发现新的物理规律, 建立理论体系, 预言新的物理, 解决实际物理问题。群论是物理学工作者, 特别是从事偏理论工作的科学工作者的一门必备基础。

主要讲授: 抽象群概论(群, 类, 子群, 陪集, 拉格朗日定理, 不变子群, 商群, 同构, 同态) 群表示论(群表示, 等价, 约化, 不等价不可约表示, 完备表示, 正交定理, 勃恩赛特定理, 特征标) 李群和李代数(连续群, 李群, 李群的整体性质, 李群三定理, 无穷小算符, 李群的表示和无穷小算符的表示, 李代数, 理想, 卡当子代数, 半单李代数标准基, 卡西米算符, 根的性质, 李代数的几何表示, 李代数的分类) 置换群表示(置换群的不可约表示, 群代数及其表示, 杨图定理, 置换群不可约表示的阶) 转动群表示(欧拉角,  $SO(3)$  的不可约表示, 转动群的不可约表示,  $D$  函数, 球谐函数, 基础表示, 乘积表示及其约化, 克莱布施-戈登系数, 不可约张量算符, 维格纳-爱卡特定理, 动力学对称) 罗仑兹群表示(罗仑兹群无穷小算符, 正罗仑兹群的不可约表示, 乘积表示及其分解, 旋量, 张量, 全罗仑兹群表示, 狄拉克方程)。

课 号: PH13003

课程名称 (中文): 高等量子力学

课程名称 (英文): Advanced Quantum Mechanics

学时：80

学分：4

开课学期：春

预修课程：PH02103/PH02104 量子力学

适用对象和学科方向：物理学

**主要内容：**本课程是量子力学课程的进一步深化、提高和发展。它从量子力学的基本原理和形式体系出发，结合量子力学中现代的理论及应用课题，讲授 Dirac 符号法、Green 函数及传播子方法、路径积分、密度算符、二次量子化理论，对称性理论与角动量、形式散射理论和相对论量子力学等。并把量子力学中的相位和近似方法作为选读内容。同时根据教学进度与教学对象，有选择地简介如下一至三个专题：量子统计基础、约束系统量子力学、辐射场量子化、原子与分子量子力学、凝聚态量子力学、量子信息、量子测量、计算量子力学等。

课号：PH14202

课程名称（中文）：量子场论（I）

课程名称（英文）：Quantum Field Theory

学时：80

学分：4

开课学期：秋

预修课程：PH02103/PH02104 量子力学、PH02102 电动力学

适用对象和学科方向：物理学

**主要内容：**本课程以狭义相对论和量子力学为基础，介绍粒子物理学的基本动力学规律，以及基本方程的求解方法，为学生进行理论物理学研究及学习后续课程打下坚实的基础。主要讲授内容为：自由场量子化理论，包括：标量场、旋量场、矢量场的量子化；相互作用的引入及有相互作用时的场方程；用微扰方法求解场方程，以及其应用；重正化理论及其应用；Heisenberg 场理论及公理化场论；泛函微分与泛函积分方法的应用。

课号：PH13302

课程名称（中文）：近代数学物理方法

课程名称（英文）：Modern Methods of Mathematical Physics

学时：80

学分：4

开课学期：秋（第六学期）

预修课程：MA02002 数学分析（3）、MA01514 线性代数、PH13002 物理学中的群论

适用对象和学科方向：理论物理学

**主要内容：**本课程是理论物理专业的一门重要的基础课程，主要的目的在于介绍有用的先进数学工具以及几何学与物理学的联系，而不是在于严格精确地阐明数学理论。通过本课程的学习，使学生掌握微分几何、流形上的积分以及纤维丛的基本概念和理论，了解其在电动力学、热力学以及牛顿力学中的应用，通过对熟悉的概念的新的数学表述使学生对所讨论的物理问题有一个更深刻的理解，特别是为以后进一步学习相对论和规范场论准备必要的数学基础。

主要讲授：基础拓扑学、拓扑流形、微分流形、微分流形的切结构、微分形式与流形上的积分理论、De Rham 上同调理论、李群及李代数、纤维丛及纤维丛上的联络等。

课号：PH13304

课程名称（中文）：非线性物理

课程名称 (英文): Introduction to Nonlinear Physics

学 时: 80

学 分: 4

开课学期: 秋

预修课程: PH02101 理论力学、PH02105 热力学与统计物理、MA02501 数理方程 (A)、MA02009 概率论、MA02503 计算方法 (B)

适用对象和学科方向: 物理学

主要内容: 第一部分: 非线性动力学的基本概念和方法非线性振动理论、分岔和奇怪吸引子、通向混沌的道路、可积系统与不可积系统、分形的维数与奇异性谱、R/S 分析、分形布朗运动、孤立波与孤立子、时间序列的非线性分析方法及其应用。

第二部分: 交通流复杂系统格子与元胞自动机模型、高速公路交通流及城市交通流模型、交通流的高速微观并行模拟, 交通流中的自组织临界性与相变行为。

第三部分: 复杂网络、自适应复杂系统与经济物理学金融数据的统计性质, 自适应复杂系统, 金融物理的争少数者博弈模型及其发展复杂网络的基本概念与统计力学研究, 无标度网络与小世界网络、加权网络与演化网络, 基于网络结构的复杂适应系统, 具有进化机制的金融物理模型、社会人群姓氏分布及其动力学模型。

课 号: PH14205

课程名称 (中文): 高等统计物理

课程名称 (英文): Advanced Statistical Physics

学 时: 80

学 分: 4

开课学期: 春或秋

预修课程: 分析力学、PH02103/PH02104 量子力学、PH02105 热力学与统计物理

适用对象和学科方向: 物理学

主要内容: 热力学: 热力学定律, 相变的热力学, 热力学应用。

概率论基础与分子运动论: 初等概率论与极限定理, 主方程的推导及其解, 随机动力学与布朗运动, 统计力学基础, 分子动力论问题, 不可积哈密顿系统动力学, KAM 定理, 各态历经问题。

平衡统计力学: 经典统计力学, 正则系综与巨正则系综, 量子统计力学, 配分函数的一般性质, 费米系统, 玻色系统, 稀薄气体的平衡态, 超流体, 近似方法, 伊辛模型, 昂色格解, 临界现象, 朗道处理, 有序-无序相变, 重正化群, 相互作用流体。

非平衡统计力学: 近平衡的流体力学过程, 输运理论, 非平衡相变, 非平衡系综。复杂适应系统与复杂网络的统计力学。

课 号: PH13303

课程名称 (中文): 原子核理论

课程名称 (英文): Nuclear Theory

学 时: 80

学 分: 4

开课学期: 秋

预修课程: PH02103/PH02104 量子力学

适用对象和学科方向: 物理学

主要内容: 原子核理论是物质结构研究的一个重要层次, 是物理学专业学生应该掌握的必要知识。本课

程是物理专业本科生的基础理论课程，主要内容包括：核力问题，核结构，核反应，核衰变等的基本知识和基本理论以及原子核物理的一些新进展等。

课 号：PH13305

课程名称（中文）：量子多体理论（I）

课程名称（英文）：Quantum Many Particle Physics

学 时：80

学 分：4

开课学期：春或秋

预修课程：PH02204/PH02205 固体物理、PH14205 高等统计物理、PH13003 高等量子力学

适用对象和学科方向：物理学

主要内容：量子多体理论是研究相互作用多粒子体系物理性质的量子理论，它的内容十分丰富。本课程主要讲授量子多体理论（I）中的主要理论和方法，包括：第一部分：常见的多粒子体系及其元激发：（包括：谐振子与声子；二次量子化；电-声相互作用系统；自旋相互作用系统；电磁相互作用系统；对分布函数）。第二部分：零温 Green 函数：（相互作用表象；S 矩阵；Green 函数；Wick 定理；Feynman 图；真空极化；Dyson 方程；Feynman 图规则；环路 Green 函数；光子 Green 函数）。第三部分：有限温度 Green 函数：（Matsubara Green 函数；推迟 Green 函数和超前 Green 函数；Dyson 方程；频率求和方法；集体展开；实时 Green 函数；Wigner 分布函数；Kubo 公式）。

课 号：

课程名称（中文）：原子分子理论（I）

课程名称（英文）：Theory of atoms and molecules

学 时：80

学 分：4

开课学期：

预修课程：PH02103/PH02104 量子力学

适用对象和学科方向：物理学

主要内容：本课程以量子力学为基础，系统研究原子分子的结构与碰撞过程，使学生对原子分子研究的理论方法和前沿课题有一个初步的认识，并初步具备从事原子分子理论计算的能力。原子分子理论（I）课程的主要内容包括：量子力学回顾（对称性、共振和道、近似方法），原子和离子（单电子系统、多电子系统、电磁跃迁），原子光谱（修正库仑势场中的单个电子、耦合道、多道量子亏损理论、外场中的原子），简单反应（简单反应、自旋与极化、非弹性散射、出射道多于两个非束缚电子的情形），专题（多光子吸收、经典轨道与波包、原子中的规则与混沌动力学、原子气体中的玻色-爱因斯坦凝聚）。

粒子物理与原子核物理方向

课 号：PH24211

课程名称（中文）：粒子探测技术

课程名称（英文）：Technique of Particle Detection

学 时：80

学 分：4

开课学期：秋

预修课程：PH02005 原子物理、IN02008 模拟与数字电路

**适用对象和学科方向：**物理学

**主要内容：**本课程以核物理与粒子物理实验为背景，介绍各种微观粒子探测器的基本结构、工作原理、主要特性、种类和应用。要求学生掌握粒子与物质相互作用的基本规律，各种粒子被探测的基本原理、基本方法和关键技术，根据实验要求，会选择粒子探测器，确定采用的探测技术，设计安排实验，并给出实验原理方框图。

**主要讲授：**核物理与粒子物理实验和各种探测器的基本概念和基础知识，包括：微观粒子的性质和它们的探测原理，粒子探测器的统计性质和试验数据处理知识。以及各种探测器：气体探测器、半导体探测器、闪烁探测器、契伦柯夫探测器、气体多丝室、各种径迹探测器、粒子探测系统、各种磁谱仪（高能磁谱仪和重离子磁谱仪）等。

**课 号：**PH13004

**课程名称（中文）：**核与粒子物理导论

**课程名称（英文）：**Introduction to Nuclear and Particle Physics

**学 时：**80

**学 分：**4

**开课学期：**秋

**预修课程：**PH02005 原子物理、PH02103/PH02104 量子力学

**适用对象和学科方向：**物理学

**主要内容：**本课程作为近代物理的基础。重点介绍实验观测到的核与粒子的基本特性，它们之间相互作用的基本规律；运用量子力学和部分量子场论（I）的基本概念，从基本对称性原理出发来把握核与粒子相互作用过程应服从的守恒定律；讲解对称性破缺一些典型的物理过程。

在核子的层次上讲解原子核的结构，在分子的层次上讲解强子的结构。使学生对当今人类探索物质结构的前沿有较好的认识。讲授内容有：1 粒子碰撞运动学；2 核与粒子的基本特性；3 核与粒子的非点结构；4 对称性与守恒定律；5 强子结构的夸克模型；6 粒子及其相互作用；7 原子核结构模型；8 原子核衰变和原子核反应；9 亚原子物理和宇宙学

**课 号：**PH13306

**课程名称（中文）：**原子核物理

**课程名称（英文）：**Nuclear Physics

**学 时：**80

**学 分：**4

**开课学期：**春

**预修课程：**PH13004 核与粒子物理导论

**适用对象和学科方向：**物理学

**主要内容：**“原子核物理”是研究原子核转化（以衰变和反应），结构和支配它们的作用机制及其规律的课程。是重要的基础课程之一，又有广泛应用性，但由于两条难点；和原子物理比出现了宏观经典不存在的弱作用和强作用，强作用又是最复杂多样的；和粒子物理比，它是多体问题）。内容繁杂，较难掌握。

课程内容着重以下几方面。1、考虑到两条难点，故以原子核态的性质为主线，力使繁杂的课程内容有条理，使学生初步了解上述难点的物理内涵及其处理思路，了解核物理领域是如何在实验和理论的紧密结合不断推动下，达到当前的较为深入的认识水平；2、介绍核物理中的前沿内容，介绍核物理的交叉科学和应用学科；3、通过和诸多前期微观物理实验和理论课程的联系，帮助学生建立清晰的微观物理基本概念和图象；4、不仅传授知识，而且重点讲授历史的认知过程，以提高学生的物理素质。

讲授内容具体包括：1、原子核态性质；2、放射性衰变规律及其应用；3、原子核结构模型；4、 $\gamma$  跃迁；5、 $\beta$  衰变；6、 $\alpha$  衰变，裂变和其他强子衰变；7、核反应；8、核力；9、原子核物理与武器，能源，宇宙和天体。

课 号：PH13307

课程名称（中文）：核技术应用

课程名称（英文）：Nuclear Technique Applications

学 时：80

学 分：4

开课学期：春

预修课程：PH13004 核与粒子物理导论、PH24211 粒子探测技术

适用对象和学科方向：物理学

主要内容：本课程帮助攻读核物理及应用物理的本科大学生，系统了解核技术在社会、经济和科学研究领域中应用和形成的交叉学科。

主要讲授：1) 核分析技术及其应用：带电粒子弹性散射和反冲分析，沟道效应分析，瞬发核反应分析，正电子湮没分析，活化分析，X 射线荧光分析，穆斯堡尔效应分析，加速器质谱分析，同步辐射分析。2) 工业核测量：标记式测量，电离式测量，散射式仪表，透射式仪表，源激发 X 荧光仪 3) 核医学技术：功能仪及扫描仪， $\gamma$  相机，单光子发射 CT (SPECT)，正电子断层扫描 PET，同位素治疗和放射治疗，体外分析。3) 射线影像技术：医学 XCT，工业 XCT，磁共振成像 MRI。4) 辐射加工：辐射物理加工，辐射化学加工，辐射消毒和辐射杀菌，辐射环境治理。5) 核能源：裂变能源，聚变能源进展，同位素能源及应用。

课 号：PH13308

课程名称（中文）：核与粒子物理实验方法

课程名称（英文）：Experiment Method of Nuclear and Particle Physics

学 时：80

学 分：4

开课学期：秋

预修课程：PH24211 粒子探测技术

适用对象和学科方向：物理学

主要内容：本课程主要介绍核与粒子物理基本物理量的测量的基本原理和实验方法，以及这些方法的综合应用。

主要讲授：束流的获得和输运（粒子束的产生、束流的传输、加速器的种类等），符合测量的基本原理和主要参量及定时的方法， $\beta$  放射性活度的绝对测量（小立体角和  $4\pi$   $\beta$ - $\gamma$  符合法等），带电粒子的能量和动量测量（磁谱仪和高能量能器等）， $\gamma$  射线能量测量（NaI 探测器、低能 X 射线测量、高分辨  $\gamma$  谱仪等），中子能量通量测量（飞行时间谱仪、核反冲法、核反应法等），质量和电荷测量、粒子鉴别（飞行时间谱仪、切伦科夫谱仪、磁谱仪等），寿命测量（延迟符合测核能级寿命、电子学方法测粒子寿命等），截面测量（微分截面和总截面的测量、对撞机上的截面测量），自旋磁矩和极化测量（激发态原子核自旋和磁矩的测量、粒子的自旋和磁矩的测量、极化测量的基本原理等）。

课 号：PH13701

课程名称（中文）：核与粒子物理基础实验

课程名称（英文）：

学时：80

学分：2

开课学期：秋

预修课程：无

适用对象和学科方向：物理学

主要内容：中子、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、X射线与物质相互作用，气体探测器、闪烁探测器、半导体探测器、带电粒子的能量及能谱测量、 $\gamma$ 射线强度和能谱测量，射线探测技术和测量方法，核技术应用，核数据的获取与处理。

课号：PH13702

课程名称（中文）：核物理专业实验

课程名称（英文）：Nuclear and Partic Physics Experiment (2)

学时：80

学分：2

开课学期：春

预修课程：无

适用对象和学科方向：物理学

主要内容：1、半圆 $\beta$ 磁谱仪的安装、调试及参数测定；2、正电子寿命谱仪的安装、调试、样品测定及数据处理；3、小立体角法测量 $\beta$ 射线绝对强度，包括安装调试测量系统，测量样品，数据处理和误差分析；4、 $\beta$ - $\gamma$ 符合，包括仪器的安装调试，分辨率及符合曲线的测定，误差分析；5、康普顿散射实验，包括仪器的调试，测量数据，数据处理；6、高纯锗探测器的性能测试，包括测量能量分辨率、峰康比、效率曲线刻度；7、CT成像实验，包括数据采集，模拟，成像处理；8、 $\gamma$ 像机实验，包括数据采集，成像处理。

## 原子分子物理方向

课号：

课程名称（中文）：现代原子分子物理导论

课程名称（英文）：Introduction to Modern Atomic and Molecular Physics

学时：60

学分：3

开课学期：春或秋

预修课程：近代物理学、PH02103/PH02104 量子力学

适用对象和学科方向：物理学

主要内容：本课程主要介绍原子分子物理学的基本内容：结构、谱学和碰撞，内容包括原子结构与原子谱学、分子结构与分子谱学、原子碰撞基础以及原子分子物理的若干应用等四部分。

主要讲授：单电子原子结构(单电子原子的薛定谔方程，能级与波函数)、单电子原子光谱—单电子原子与电磁辐射的相互作用(带电粒子与电磁场的相互作用，跃迁几率，偶极近似，爱因斯坦系数，选择定则，单电子原子光谱，谱线强度，激发态寿命，线形和线宽)、单电子原子与电场和磁场的相互作用(氢原子的精细结构、Zeeman效应、Stark效应，Lamb移位，超精细结构)、多电子原子结构(有心力场近似，元素周期率，自洽场和Hartree-Fock方法，有心力场近似的修正—LS耦合和jj耦合)、多电子原子光谱(选择定则，碱金属原子光谱，氦和碱土金属原子光谱，惰性气体原子和卤素原子光谱，部分复杂原子光谱，外场中的原子)、双原子分子结构(Born-Oppenheimer近似，分子电子能级，分子状态，选择定则，分子轨道理论初步，势能曲线，双原子分子的振动与转动)、双原子分子光谱(转动和振动光

谱, 电子振转光谱带系, Frank-Condon 原理)、多原子分子的结构与光谱(电子态与能级, 转动, 振动)、原子碰撞—基本概念和势散射(碰撞类型, 通道, 阈, 截面, 势散射, 分波法, Born 近似), 电子与原子碰撞(弹性散射, 激发, 电离, 共振)、原子与分子物理的应用(激光, 磁共振, 电子能量损失谱学, 电子动量谱学)等。

课 号: PH13006

课程名称(中文): 原子分子物理实验方法

课程名称(英文): Experimental Methods of Atomic and Molecular Physics

学 时: 60

学 分: 3

开课学期: 秋

预修课程: PH02005 原子物理

适用对象和学科方向: 物理学

主要内容: 本课程以各种谱学实验方法为基础, 讲授测量各种物理量(能级、振子强度、截面)的方法和实现手段。要求学生能够根据物理目标设计物理实验及选择合适的实验手段。

主要讲授: 实验技术基础(重点为光子、电子和离子的控制、分析、测量和记录分析)、光谱学(激光、同步辐射和束箔光谱方法)、电子能谱学(光电子能谱、电子能量损失谱、电子动量谱和俄歇电子能谱方法)、离子束技术(离子源、离子冷却储存环技术、电子束离子阱及电子-离子碰撞技术)、其它最新发展的原子分子实验技术(质谱技术、原子分子束磁共振技术、粒子囚禁技术和扫描探针技术)。