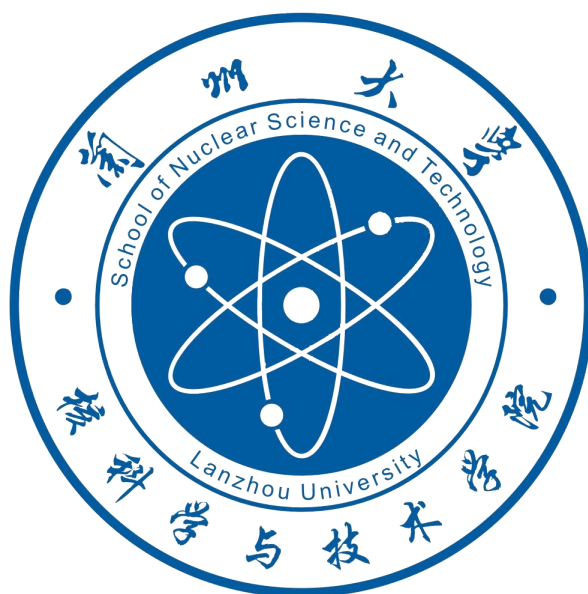


兰州大学

核科学与技术学院 原子核物理专业人才培养方案



核科学与技术学院

2016年08月

目 录

一、专业简介.....	1
二、专业的人才培养定位目标.....	1
三、专业的基本要求.....	1
四、专业的学制与学分.....	2
五、专业主干课程、特色课程和精品课程.....	2
六、课程体系结构与学时学分分配.....	3
七、专业教学计划总体安排一览表.....	6
八、副修、双学位专业教学计划.....	11
九、课程教学大纲.....	13
核电子学课程教学大纲.....	13
原子核物理实验方法课程教学大纲.....	20
原子核物理学课程教学大纲.....	28
电子学基础课程教学大纲.....	35
光学课程教学大纲.....	43
力学课程教学大纲.....	52
电磁学课程教学大纲.....	61
分子物理学课程教学大纲.....	68
原子物理学课程教学大纲.....	76
量子力学课程教学大纲.....	82
电动力学课程教学大纲.....	92
热力学统计物理课程教学大纲.....	97
理论力学课程教学大纲.....	103
数学物理方法课程教学大纲.....	107
加速器原理课程教学大纲.....	115
反应堆原理课程教学大纲.....	124
C 语言及程序设计课程教学大纲.....	132
工程制图课程教学大纲.....	139

核数据获取与处理课程教学大纲.....	146
专业外语课程教学大纲.....	152
剂量防护课程教学大纲.....	157
计算物理课程教学大纲.....	162
微机原理及实验课程教学大纲.....	169

一、专业简介

原子核物理专业筹建于 1955 年，1958 年开始招生，属于基础性学科，其基础理论源于物理学。主要课程有：高等数学、普通物理（力学、光学、电磁学、热学、原子核物理）、数学物理方法、理论力学、电动力学、热力学与统计物理学、量子力学、原子核物理学、原子核物理实验方法、核电子学、加速器原理与技术、反应堆原理、核辐射防护等，主要为研究院所、核工业企业、高等院校等培养培养研究型人才。

二、专业的人才培养定位目标

原子核物理专业致力于培养具有坚实的数学、物理、计算机及与核科学有关的基础理论知识和基本实验技能的研究型专门人才。毕业生适合在企业、科研单位、高等学校从事核物理相关的研究工作和教学工作，并能在核工业所属的厂矿企业从事产品研发、生产技术和辐射防护工作，可从事核电站、石油、煤炭、地质、农业、医学和环境保护等涉及核科学与技术应用领域方面的工作，也可以继续攻读原子核物理学、核技术应用或相关学科的硕士或博士学位。

三、专业的基本要求

1、思想政治和德育要求

热爱社会主义祖国，拥护中国共产党，努力学习马列主义毛泽东思想和邓小平理论，逐步树立辩证唯物主义和历史唯物主义的世界观。积极参加社会实践，接受必要的军事训练；有为国家富强、民族昌盛奋斗的志向和责任感，愿为人民、社会主义现代化建设服务。热爱科学事业，养成良好学风，理论联系实际，具有艰苦求实，善于合作和勇于创新的精神。具有良好思想道德修养和心理素质，遵纪守法。

2、业务要求

本着贯彻加强基础、重视应用的原则，根据社会需要和学生的具体情况，培养核物理方面的专门人才。要求学生系统地掌握物理学、核物理学基本理论、实验方法与技能，接受良好的科学思维和科学实验的基本训练，掌握从事核物理研究工作、核技术应用工作所必需的技术基础和基本技能，较好地掌握数学、电子技术与计算机技术等工具，对核物理的新发展、核技术在理、工、农、医等领域的应用前景及

最新技术有要有所了解。初步掌握一门外国语言，能顺利地阅读本专业的外文书刊，具备较好的听说能力，熟悉文献检索和其它获取科技信息的方法。

3、体育要求

了解体育的基本知识，掌握科学锻炼身体的基本技能，达到国家规定的大学生体育合格标准。养成良好的体育锻炼和卫生习惯，身心健康。

四、专业的学制与学分

学制：本专业学制四年，总学分 155。

学位：完成本所规定的专业课学习，完成毕业论文，并符合学校有关学位授予规定者，授予兰州大学理学学士学位。

五、专业主干课程、特色课程和精品课程

专业主干课程：高等数学、线性代数、普通物理、数学物理方法、理论力学、电动力学、热力学与统计物理学、量子力学、原子核物理学、原子核物理实验方法等。

特色课程：原子核物理、原子核物理实验、加速器原理、反应堆原理。

精品课程：原子核物理（省级精品课程、国家级双语课程）、原子物理（省级精品课程）。

六、课程体系结构与学时学分分配

表一 课程体系结构与学时学分分配总表

课程类别	课程性质	学分	占总学分比例	学时	占总学时比例
公共基础课	必修	32	20.65	612	19.54
专业基础课	必修	69	44.52	1242	39.66
专业课	必修	28	18.06	504	16.09
	选修	29	18.71	522	16.67
通识选修课	选修	4	2.58	72	2.30
课外活动和实践环节	必修	12	7.74	180	5.75
合计		174		3132	

*注：本专业实践环节学分统计：职业生涯发展与规划，2学分；兰大导读，1学分；课外活动和实验教学环节，12学分；力热实验，4学分；电磁学实验，4学分；光学实验，4学分；近代物理实验，4学分；核探测实验，3学分；核电子学实验，2学分；核物理实验，2学分；电子学基础实验，2学分。实践环节总计40学分，占总毕业要求学分（155学分）的25.81%。

表二 公共基础课学时学分分配表

序号	课程名称	学分	学时总数	开课学期
1	思想道德修养与法律基础	3	54	1
2	中国近现代史纲要	2	36	2
3	马克思主义基本原理概论	3	54	3
4	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	4+2*	72	4、5
5	形势与政策	2		
6	大学英语	12	216	1、2、3、4
7	体育	4	144	1、2、3、4
8	职业生涯发展与规划	2	36	2（或3）
9	创新创业	2	36	

*注：“毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论”课程的其中2个学分调整至“思想政治理论课实践”。创新创业课四年制开课学年一般安排在2、3年级，五年制一般安排在3、4年级。

表三 专业课学时学分分配表

序号	课程名称	学分	学时总数	开课学期
1	高等数学	11	198	1、2
2	线性代数	4	72	1
3	光学	4	72	3
4	力学	4	72	1
5	电磁学	4	72	2
6	分子物理学	3	54	2
7	原子物理学	4	72	4
8	量子力学	4	72	5
9	电动力学	4	72	4
10	热力学统计物理学	4	72	5
11	理论力学	3	54	3
12	数学物理方法	4	72	3
13	力热实验(物理专业)	4	72	2
14	电磁学实验(物理专业)	4	72	3
15	光学实验(物理专业)	4	72	4
16	近代物理实验(1/2)	2	36	5
17	近代物理实验(2/2)	2	36	6
18	核电子学	4	72	4
19	概率论与数理统计	3	54	5
20	核物理实验方法	4	72	6
21	原子核物理学	4	72	6
22	电子学基础	4	72	3
23	核电子学实验	2	36	5
24	核物理学实验	2	36	7
25	电子学基础实验	2	36	4
26	核探测实验	3	54	6

表四 专业选修课（含专业特色方向选修课）学时学分分配表

序号	课程名称	学分	学时总数	开课学期
1	加速器原理	3	54	6
2	反应堆原理	3	54	6
3	C语言及程序设计	3	54	1
4	工程制图	3	54	4
5	核数据获取与处理	3	54	7
6	专业外语	2	36	7
7	剂量防护	3	54	6
8	计算物理	4	72	5
9	微机原理	3	54	5
10	专业创新性实验	1	18	7
11	微机原理实验	1	18	5

*注：本专业学生需选修专业课学分 10，约 4-5 门课程

七、专业教学计划总体安排一览表

课程类别	课程性质	序号	课程编号	课程名称	学分	周学时	学时总数	课时分配					各学期学时分配								备注					
								讲授	习题讨论	实验	课外自修	上机		第一年		第二学年		第三学 年		第四学 年						
												课内	课外	1	2	3	4	5	6	7		8				
公共基础课	必修	1	1039143	思想道德修养与法律基础	3	3	54							54												
		2	1039141	中国近现代史纲要	2	2	36							36												
		3	1039142	马克思主义基本原理概论	3	3	54									54										
		4	1039224	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	4	2	72										36	36								
		5	1039085	形势与政策	2																					
		6	1037276	大学英语	12	3	216								54	54	54	54								
		7	5051001	体育	4	2	144								36	36	36	36								

核科学与技术学院 原子核物理专业人才培养方案

		8	4075003	职业生涯规划	2	2	36						36	(或 36)										
		9	4075005	学生活动时间	0	0	0周						0 周	0 周	0周	0 周	0 周	0 周	0 周	0 周	0 周			
专 业 基 础 课	必 修	10	2040005	高等数学	11	5.5	198	198					108	90										
		11	2040016	线性代数	4	4	72	54					72											
		12	2088051	光学	4	4	72	72							72									
		13	2088052	力学	4	4	72	72					72											
		14	2088053	电磁学	4	4	72	72						72										
		15	2088055	分子物理学	3	3	54	54						54										
		16	2088056	原子物理学	4	4	72	72									72							
		17	2088061	量子力学	4	4	72	72										72						
		18	2088062	电动力学	4	4	72	72										72						
		19	2088064	热力学统计物理学	4	4	72	72											72					
		20	2088065	理论力学	3	3	54	54								54								
		21	2088066	数学物理方法	4	4	72	72								72								
22	4042001	力热实验(物理专业)	4	4	72					72			72											

核科学与技术学院 原子核物理专业人才培养方案

		23	4042002	电磁学实验(物理专业)	4	4	72			72						72							
		24	4042003	光学实验(物理专业)	4	4	72			72							72						
		25	4042004(1)	近代物理实验(1/2)	2	2	36			36								36					
		26	4042004(2)	近代物理实验(2/2)	2	2	36			36									36				
专 业 课	必 修	27	2042202	核电子学	4	4	72	72									72						
		28	2040087	概率论与数理统计	3	3	54												54				
		29	2042203	核物理实验方法	4	4	72	72												72			
		30	2042209	原子核物理学	4	4	72	72													72		
		31	2088058	电子学基础	4	4	72	72								72							
		32	4042015	核电子学实验	2	2	36			36										36			
		33	4088001	核物理学实验	2	2	36			36												36	
		34	4088002	电子学基础实验	2	2	36			36								36					
		35	4088004B	核探测实验	3	3	54			54												54	
专	选	36	2042206	加速器原理	3	3	54	54													54		

核科学与技术学院 原子核物理专业人才培养方案

业 选 修 课	修	37	2042207	反应堆原理	3	3	54	54										54				
		38	2088001	C语言及程序设计	3	3	54	54					54									
		39	2088002	工程制图	3	3	54	54								54						
		40	2088005	核数据获取与处理	3	3	54													54		
		41	2088012	专业外语	2	2	36	36													36	
		42	2088007	剂量防护	3	3	54	54												54		
		43	2088063	计算物理	4	4	72	54		18									72			
		44	2088137	微机原理	3	3	54	54											54			
		45	4088003	专业创新性实验	1	1	18	18													18	
		46	4088206	微机原理实验	1	1	18	18											18			
通 识 选 修 课	选 修	47	1030214	大学语文	3	3	54	54					54									
		48	2088323	兰大导读	1	1	18	18					18									
课 外 活 动 和		49	1039226	思想政治理论课实践	2		36								36						暑期实践	

核科学与技术学院 原子核物理专业人才培养方案

实验教学环节	50	4075001	军事训练与军事理论	1	3周							3周								第8学期		
	51	4088000	毕业论文	8	144													72	72	7-8学期		
	52	4088198	生产劳动	1	0周								0周		0周							
课外活动和实践教学环节合计				12	180																	
必修课学分、学时、实验合计				130	2376					每学期必修周学时			29	25	29	28	25	22	12	4		
选修课学分、学时、实验合计				32	576																	
总学分、学时、实验、上机学时合计				174	3132																	

八、副修、双学位专业教学计划

本专业针对全校开设副修课程，并设置双学位，开设辅修专业。要求申请双学位学生必须修满 60 学分，申请辅修专业学生必须修满 30 学分（以上学分要求与学生所学专业的课程不重复）。具体专业教学计划如下：

序号	课程名称	学分	学时总数	开课学期
1	力学	4	72	1
2	电磁学	4	72	2
3	分子物理学	4	72	2
4	光学	4	72	3
5	理论力学	4	72	3
6	数学物理方法	4	72	3
7	电动力学	4	72	4
8	热力学统计物理	4	72	5
9	量子物理	4	72	5
10	普通物理实验（力热、电磁、光学）	12	226	2、3、4
11	近代物理实验（1/2）	2	36	5
12	近代物理实验（2/2）	2	36	6
13	核电子学	4	72	4
14	核电子学实验	2	36	5
15	核物理实验方法	4	72	6
16	原子核物理学	4	72	6
17	核物理学实验	2	36	7
18	核探测实验	2	36	4
19	加速器原理	3	54	6
20	反应堆原理	3	54	6
21	剂量防护	3	54	6
合计		79	---	---

申请双学位：课程 1-10 为必修课程，共 48 学分，课程 11-22 为选修课程，选

不少于 12 学分。

申请辅修专业：课程 15、16、17、18、19、20 为必修课程，共 18 学分，其他课程为选修课程，选不少于 12 学分。

九、课程教学大纲

核电子学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：核电子学

所属专业：原子核物理、核工程与核技术、辐射防护与核安全

课程性质：专业课

学分数：4 学分、72 学时

(二) 课程简介、目标与任务、先修课与后续相关课程；

课程简介：核电子学是核科学和电子学相结合的产物，是核科学与技术类专业重要的专业基础课之一，该学科涵盖了通过电子学方法获取核信息并进行处理所涉及到的概念、方法、原理和技术，在核科学领域中具有十分重要的作用和地位。电子技术早在 20 世纪 30 年代初引入到核辐射探测中，从而导致核探测技术的重大变革，并逐步形成了完整的核电子学方法和技术。几十年来，随着核物理和粒子物理的深入研究以及核技术应用的推广、新的核探测方法的不断涌现、电子学和计算机技术的迅猛发展，使得现代核电子学方法和技术达到新的水平，能够精确高效、灵敏便捷、经济地获取和处理有关核辐射和粒子的各种信息。与此同时，核电子学技术的发展又促进了核科学技术的发展，并广泛运用于现代核科学技术领域，成为现代核科学技术的重要基础和进一步发展的前提。

目标与任务：使学生系统掌握核电子学的基本原理和方法，深入了解常用核电子学测量系统及有关电路的基本原理和性能，以便合理和有效地选择、组合和使用核电子仪器，学会运用电子学方法对核辐射探测器信息作分析、处理，提高实验研究工作的能力，为将来从事核技术研发打下坚实的基础。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：电子线路

后续相关课程：核物理实验方法、核数据获取与处理

(四) 教材与主要参考书。

教材：《核电子技术原理》王芝英 原子能出版社

参考书：《核电子学》王经瑾、范天民、钱永庚 原子能出版社

《核电子学学基础》周志成 原子能出版社

二、课程内容与安排

第零章 绪 论

(一) 教学方法与学时

教学方法：课堂讲授

学时分配：2 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

介绍核电子学的发展历史；核电子学的研究内容、发展方向；核电子学探测系统的基本构成；

【了解】：了解核电子学的发展历史；核电子学的研究内容、发展方向。

【一般了解】：核电子学探测系统的基本构成。

第一章 核电子学系统中的信号和噪声

第一节 核辐射探测器及其输出信号

第二节 核电子学中的噪声

第三节 核电子学中的信号与噪声分析基础

第四节 核电子学测量系统概述

(一) 教学方法与学时

教学方法：课堂讲授

学时分配：12 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

核信号的随机特性；典型核探测器的工作原理、结构、特性和等效电路模型；核电子学系统中噪声的类型，来源和对测量影响；时域和频域电路分析方法，核随机信号在通过线性网络时分析用的概念和方法，信号和噪声功率表达方式；核电子学测量系统的基本组成和信号处理模块各自的作用，核电子仪器标准化的几种通用标准。

【掌握】：核信号的随机特性；核电子学系统中噪声的类型，来源和对测量影响；时域和频域电路分析方法，核随机信号在通过线性网络时分析用的概念和方法，信号和噪声功率表达方式；

【了解】：典型核探测器的工作原理、结构、特性和等效电路模型；核电子学

测量系统的基本组成和信号处理模块各自的作用，核电子仪器标准化的几种通用标准。

【难点】：探测器电路模型，噪声分析，时域频域分析方法应用。

第二章 前置放大器

第一节 前置放大器的作用与分类；

第二节 电荷灵敏放大器；

第三节 电压灵敏放大器；

第四节 电流灵敏放大器

（一）教学方法与学时

教学方法：课堂讲授

学时分配：6 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

前置放大器在核探测系统中的作用和分类；电荷灵敏前置放大器的主要特性参数、工作原理、电路实例；电荷灵敏前置放大器噪声来源分析和抑制措施以及噪声测量方法；电荷灵敏前置放大器的改进电路；电压灵敏和电流灵敏前置放大器的工作原理。

【重点掌握】：电荷灵敏前置放大器的主要特性参数、工作原理、电路实例；电荷灵敏前置放大器噪声来源分析和抑制措施以及噪声测量方法。

【了解】：前置放大器在核探测系统中的作用和分类；电压灵敏和电流灵敏前置放大器的工作原理。

【难点】：电荷灵敏前置放大器的主要特性参数和电路分析；电荷灵敏前置放大器噪声来源分析和抑制措施以及噪声测量方法。

第三章 放大器

第一节 放大器概述

第二节 谱仪放大器的放大节

第三节 谱仪放大器的滤波成形

第四节 通用谱仪放大器

第五节 高能量分辨率高计数率谱仪放大器

第六节 快放大器

第七节 弱电流放大器

（一）教学方法与学时

教学方法：课堂讲授

学时分配：18 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

放大器在核测量系统中作用，结构类型，基本性能参数，测量方法；放大节的结构特点；分立元件运算放大器和集成运算放大器电路特点；谱仪放大器中滤波成形电路的作用，最佳滤波器的结论，核脉冲的信息畸变和影响；常用典型无源滤波成形电路分析方法和特性；常用有源滤波成形电路分析方法和特性；通用谱仪放大器的特点；基线恢复器单元电路的工作原理和典型电路；通用谱仪放大器的构成原理，性能指标；高能量分辨率高计数率谱仪放大器的要求和特点；高计数率下信号堆积的过程特点，堆积拒绝电路的工作原理；快放大器的电路构成和特性；弱电流放大器的电路构成和特性。

【掌握】：放大节的结构特点；常用典型无源滤波成形电路分析方法和特性；常用有源滤波成形电路分析方法和特性；基线恢复器单元电路的工作原理和典型电路，通用谱仪放大器的构成原理，性能指标；高计数率下信号堆积的过程特点，堆积拒绝电路的工作原理。

【了解】：放大器在核测量系统中作用，结构类型，基本性能参数，测量方法；分立元件运算放大器和集成运算放大器电路特点；谱仪放大器中滤波成形电路的作用，最佳滤波器的结论；核脉冲的信息畸变和影响；通用谱仪放大器的特点；高能量分辨率高计数率谱仪放大器的要求和特点；快放大器的电路构成和特性；了解弱电流放大器的电路构成和特性。

【难点】：滤波成形电路在谱仪放大器中的作用、最佳滤波器的讨论以及信号

通过滤波成形电路的信息畸变；核脉冲信号通过有源、无源滤波成形电路的频域、时域分析。

第四章 脉冲幅度分析

第一节 脉冲幅度甄别器

第二节 单道脉冲幅度分析器

第三节 幅度-数字变换器 (ADC)

(一) 教学方法与学时

教学方法：课堂讲授

学时分配：16 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

脉冲幅度甄别器的工作原理和特性要求；典型的脉冲幅度甄别器电路实例；隧道二极管甄别器原理；半计数法；单道脉冲幅度分析器的工作原理，典型的单道脉冲幅度分析器电路实例；通用单道插件的构成和性能技术指标；模拟数字变换器的基本性能，工作原理；常用单元电路线性门和峰值保持器工作原理；线性放电型模数变换器工作原理，模数变换器有关的参数调节和辅助电路；通用的谱仪模数变换器的性能指标；模数变换器和逐次比较型模数变换器工作原理；道宽均匀方法；闪电型模数变换器原理。

【掌握】：典型的脉冲幅度甄别器电路实例；半计数法；单道脉冲幅度分析器的工作原理；典型的单道脉冲幅度分析器电路实例；模拟数字变换器的基本性能，工作原理；常用单元电路线性门和峰值保持器工作原理；模数变换器有关的参数调节和辅助电路；线性放电型模数变换器工作原理；逐次比较型模数变换器工作原理；闪电型模数变换器工作原理。

【了解】：脉冲幅度甄别器的工作原理和特性要求；隧道二极管甄别器原理；通用单道插件的构成和性能技术指标；通用的谱仪模数变换器的性能指标；

【难点】：单道分析器原理；用于幅度分析的模数变换器、基本性能及测量；线性放电型模数变换器工作原理；逐次比较型模数变换器工作原理；闪电型模数变换器工作原理。道宽均匀方法。

第五章 时间分析

第一节 概 述

第二节 定时方法

第三节 符合电路

第四节 时间量变换方法

第五节 脉冲波形甄别

(一) 教学方法与学时

教学方法：课堂讲授

学时分配：14 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

时间分析所涉及到的概念、原理和方法；常用的定时方法如前沿定时，过零定时，恒比定时等的原理、电路和定时误差；各种定时方法的优缺点和应用特点；定时单道脉冲幅度分析器的工作原理和特性；时间符合方法，时间符合相关的概念；慢符合电路和快符合电路的特点；快脉冲信号在同轴电缆中的传输特性，延迟特性，各种匹配模式和特点；纳秒延时器插件的特性；时间数字变换的方法如时间-幅度变换、时间-数字变换的各种不同性能的实现电路原理；脉冲波形甄别的工作原理和应用。

【掌握】：前沿定时，过零定时，恒比定时等的原理、电路和定时误差；时间符合方法，时间符合相关的概念；快脉冲信号在同轴电缆中的传输特性，延迟特性，各种匹配模式和特点；时间数字变换的方法如时间-幅度变换、时间-数字变换的各种不同性能的实现电路原理。

【了解】：时间分析所涉及到的概念、原理和方法；各种定时方法的优缺点和应用特点；慢符合电路和快符合电路的特点；脉冲波形甄别的工作原理和应用。

【难点】：前沿、过零、恒比、幅度和上升时间补偿定时方法的原理和比较；符合方法的原理和符合电路的基本构成；快信号传输和纳秒延迟电路；时间分析的原理和时间-幅度、时间-数字变换的原理。

第六章 数据获取和处理

第一节 计数设备

第二节 多道分析器中数据获取系统

第三节 高能物理实验中电子学和数据获取系统

第四节 数据获取系统中新技术的应用

(一) 教学方法与学时

教学方法：课堂讲授

学时分配：4 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

定标器的工作原理，性能指标；核脉冲计数存在的统计误差，漏记误差及 S 倍间隔；设计计数实验的方法；模拟线性计数率计的工作原理；对数计数率计的工作原理；数字式计数率计和智能计数率计的工作原理和结构；多道分析器的基本原理和实现功能；多道分析器的多种工作模式；目前商用的多道分析器的典型结构和性能指标参数；多数据获取系统的常用的总线结构和通用标准。

【掌握】：定标器的工作原理，性能指标；核脉冲计数存在的统计误差，漏记误差及 S 倍间隔；设计计数实验的方法；模拟线性计数率计的工作原理；多道分析器的基本原理和实现功能；多道分析器的多种工作模式。

【了解】：对数计数率计的工作原理；数字式计数率计和智能计数率计的工作原理和结构；目前商用的多道分析器的典型结构和性能指标参数；多数据获取系统的常用的总线结构和通用标准。

【难点】：定标器和计数率计的工作原理；计数误差分析。

制定人：潘小东

审定人：

批准人：

日期：2016.04

原子核物理实验方法课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：原子核物理实验方法

所属专业：核科学与技术基地班（原子核物理方向）、核工程与核技术、辐射防护与核安全

课程性质：专业必修

学分学时：4 学分，72 学时

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：原子核物理实验方法是高等学校核物理相关专业学生开设的一门重要专业课。它的主要内容涉及射线与物质相互作用的基本规律；放射性测量中的统计学；气体探测器、闪烁探测器、半导体探测器常用的三大类探测器以及其它一些类型的探测器的原理、性能及应用；核物理实验中的符合方法；如何选择和使用探测器去测量各种射线的强度、能量等物理量的基本原理、基本方法和需注意的问题等。

目标与任务：通过本课程的学习，掌握射线与物质相互作用基本规律；放射性测量中的统计学；三大类射线探测器的基本组成、基本工作原理、性能指标、基本使用方法及注意事项等；核物理实验中的符合方法；学会使用射线探测器来测量常用射线 x 、 γ 、 α 、 β 、中子 n 以及其它带电粒子的强度、能量等物理量。了解其它一些类型探测器和探测方法。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：核电子学和原子核物理，核电子学为本课程中各种探测器信号采集和分析等电子学线路提供相关基础知识；原子核物理为本课程提供放射性和 α 、 β 、 γ 衰变等方面的基础知识。

后续相关课程：核探测实验、核物理实验和辐射测量与仪器，本课程为核探测实验和物理实验的理论课，为这两门后续的实验课程提供相关基础知识和试验方法；辐射测量与仪器是本课程的后续课程，在本课程内容的基础上将进一步拓展相关的基本原理和基本方法。

(四) 教材与主要参考书。

教材：复旦大学 清华大学 北京大学合编 原子核物理实验方法 第三版 北

京：原子能出版社，1997

主要参考书：

1. Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons, Inc. 2000

2. Stefaan Tavernier, Experimental Techniques in Nuclear and Particle Physics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

3. 丁富荣等编著，辐射物理，北京大学出版社，2004

4. 汪晓莲、李登、召明、陈宏芳编著，粒子探测技术，中国科学技术大学出版社，2009

二、课程内容与安排

第零章 绪论

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：1 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

介绍原子核物理实验方法课程的主要内容、学习方法以及应用范围。

【掌握】：课程的主要内容和学习方法；

【难点】：课程的主要内容。

第一章 放射源

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：3 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

介绍常用射线的来源，包括天然放射性核素放射源、人工放射性核素放射源、加速器放射源，以及各类放射源的特性。

【掌握】：常用射线的来源；

【了解】：各类放射源的特性。

第二章 射线与物质的相互作用

第一节 带电粒子与靶物质原子的碰撞

第二节 重带电粒子与物质的相互作用

第三节 重离子与物质的相互作用

第四节 β 射线与物质的相互作用

第五节 γ 射线与物质的相互作用

第六节 中子 n 与物质的相互作用

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：10 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

学习各类粒子与物质相互作用的微观作用形式以及粒子在物质中的能量损失，并掌握粒子在物质中衰减的描述方法——平均射程、半吸收厚度的计算等。

【重点掌握】：各类粒子与物质相互作用的微观作用形式以及粒子在物质中的能量损失；

【掌握】：粒子在物质中衰减的描述方法——平均射程、半吸收厚度的计算；

【难点】：能量损失。

第三章 放射性测量中的统计学

第一节 核衰变数和计数的统计分布

第二节 放射性测量的统计误差

第三节 测量数据的检验

第四节 脉冲幅度分辨率

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：6 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

通过学习，深刻理解核衰变和核衰变计数的统计性，掌握其统计分布所遵从的规律以及理论描述；学习掌握放射性测量中统计误差所产生的原因和表示方法，并学会计算统计误差；学会检验测量数据可靠性；学习理解能谱展宽的原因，掌握描述能谱展宽的方法和有关参量的计算。

【重点掌握】：核衰变和核衰变计数的统计性，统计误差的计算；

【掌握】：描述能谱展宽的方法和有关参量的计算；

【了解】：测量数据的检验方法；

【难点】：统计误差。

第四章 气体探测器

第一节 气体中电子和离子的运动规律

第二节 电离室

第三节 正比计数器

第四节 G-M 计数器

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

首先学习各类载能粒子在气体介质中的电离机制以及电子和离子在气体中的运动规律，然后学习掌握基于载能粒子与气体的相互作用机理而形成的气体探测器(电离室、正比计数器、G-M 计数器)的组成、原理及应用。

【重点掌握】：电离室、正比计数器、G-M 计数器的组成、原理及应用；

【掌握】：电子和离子在气体中的运动规律；

【难点】：计数脉冲的形成脉冲参数计算。

第五章 闪烁探测器

第一节 闪烁探测器的发展与原理概述

第二节 闪烁体

第三节 电子倍增器件

第四节 闪烁计数器

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

了解闪烁探测器的发展；学习掌握各类闪烁体的发光机理和光电倍增器的原理、性能；掌握闪烁探测器的组成、脉冲形成过程及性能和应用。了解目前使用较广泛的其它闪烁探测器应用以及闪烁体加光电二极管的组合的原理和应用。

【重点掌握】：闪烁体的发光机理，闪烁计数器的组成、原理、性能及应用；

【掌握】：光电倍增器件的组成、电子倍增原理和使用注意事项；

【难点】：计数脉冲的形成和脉冲参数计算

第六章 半导体探测器

第一节 半导体基本性质和半导体探测器的基本原理

第二节 PN 结的性质

第三节 金硅面垒半导体探测器

第四节 高纯锗探测器

第五节 其它半导体探测器

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

掌握半导体的性质以及 PN 结的形成和特性；学习掌握金硅面垒半导体探测器的原理、组成和应用；掌握高纯锗探测器原理及应用；了解目前使用较广泛的其它半导体探测器应用——如硅微条探测器及微通道板。

【重点掌握】：半导体的性质，金硅面垒探测器的组成、原理、性能及应用；

【掌握】：高纯锗探测器的原理及应用；

【了解】：硅微条探测器和微通道板的原理及应用。

第七章 其它探测器

第一节 原子乳胶探测器

第二节 固体径迹探测器

第三节 气泡室

第四节 火花放电室

第五节 多丝正比室

第六节 热释光探测器

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：3 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

本章主要掌握径迹探测器、热释光探测器的原理和应用，了解目前使用的其它探测器的原理和应用。

【掌握】：径迹探测器、热释光探测器的原理及应用；

【了解】：其他探测器的原理和应用。

第八章 核物理实验中的符合法

第一节 符合法的基本原理

第二节 符合装置的主要参数和测量数据的分析

第三节 符合测量装置

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：5 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

本章主要掌握符合方法的基本原理、符合装置构成以及主要参数、测量数据的分析；符合测量的应用。

【重点掌握】：符合方法的基本原理和符合装置的构成；

【掌握】：测量数据的分析和符合测量的应用；

【难点】：符合方法的基本原理和测量数据的分析。

第九章 α 、 β 源的活度测量

第一节 α 源的活度测量

第二节 β 源的活度测量

第三节 液体闪烁计数器

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：4 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

本章主要掌握 α 、 β 源的活度测量方法；学习液体闪烁计数器的原理和使用液体闪烁计数器测量放射源活度的方法。

【重点掌握】： α 、 β 源的活度测量方法；

【掌握】：液体闪烁计数器原理和使用液体闪烁计数器测量放射源活度的方法；

【难点】：液体闪烁计数器。

第十章 带电粒子的能量及能谱测量

第一节 射程测量方法

第二节 能量测量方法

第三节 磁谱仪

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：3 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

本章主要掌握带电粒子的射程测量和能量测量方法；分析比较正比计数器、闪烁计数器、半导体探测器测量带电粒子能量时的分辨率、探测效率等参数；学习掌握能谱分析方法。

【重点掌握】：带电粒子的能量测量方法和能谱分析；

【难点】：能谱分析方法。

第十一章 γ 射线强度和能量测量

第一节 γ 射线测量的一般考虑

第二节 γ 射线能谱分析和能量刻度

第三节 γ 射线强度测量和效率刻度

第四节 γ 能谱的数据分析

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：6 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

本章主要学习 γ 射线的强度和能量测量；掌握 γ 射线能量测量过程中的能量刻度、效率刻度和能谱数据分析等方法。

【重点掌握】： γ 射线的强度和能量测量；能量刻度、效率刻度、能谱分析；

【难点】：能谱数据分析。

第十二章 中子探测技术

第一节 中子探测的基本原理

第二节 常用的中子探测器

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授，学时分配：3 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

本章主要学习中子探测的基本原理——核反应法、核反冲法、核裂变法及活化法；学习掌握常用的几类中子探测器。

【重点掌握】：中子探测的基本原理；

【掌握】：几类中子探测器的原理；

【难点】：中子探测。

课堂讨论

学时分配：4 学时，根据需要择时举行。

制定人：李公平、张宇、张世旭

审定人：

批准人：

日期：2016.04

原子核物理学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分

名称：原子核物理学

所属专业：原子核物理

课程性质：专业方向必修课

学分：4

(二) 课程简介、目标与任务

原子核物理学是研究原子核的性质、原子核的放射性、核结构和核反应的基础学科。目前，原子核物理学的研究成果已经成为人们深入认识物质世界的基本依据。同时，原子核物理学的实验方法和技术也有助于解决其它科研上的问题。近年来，原子核物理学的发展，不仅丰富了人们对微观世界物质行为的认识，也有助于对宏观世界物质行为的了解。

课程拟通过讲授原子核的基本性质(第一章)、放射性和原子核稳定性(第二章)，使学生掌握原子核的基本性质；通过讲授三种衰变方式(第五、六、七章)使学生进一步了解核衰变的规律及其关联知识；通过介绍核结构(第八章)的知识，使学生了解物理模型在研究原子核性质结构的作用；最后介绍原子核反应(第九章)和原子核的裂变(第十一章)。

通过上述教学，使学生重点掌握核物理基本知识，掌握核科学基本研究方法，了解核物理基础知识的实际应用，同时开拓眼界。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接

先修课为高等数学、普通物理学和理论物理导论。高等数学中的微积分是基本数学工具。普通物理学中的力学、电磁学基本知识是学习原子核的电荷、质量和半径，以及核磁矩、电四极矩等内容的必备知识。理论物理导论部分，尤其是量子力学相关知识则是学习各种衰变模型及核结构模型的基础。后续课程有辐射防护等专业课，本课程介绍的放射性基本知识及核裂变是学习该专业的基础，而核反应部分则是今后从事核能、核反应研究的基础知识。同时，部分同学会进入硕士、博士阶段进一步学习，本课程也是他们了解核物理前言及科学研究方法的窗口。

(四) 教材与主要参考书

教材为原子能出版社出版，卢希庭主编的《原子核物理》(2000年修订版)。参

考教材为杨福家主编的《原子核物理》；宁平治主编的《原子核物理基础-核子与核》以及部分文献。

二、课程内容与安排

第一章 原子核的基本性质

第一节 原子核的电荷、质量和半径

第二节 原子核的自旋

第三节 原子核的磁距

第四节 原子核的电四极矩

第五节 原子核的宇称

(一) 教学方法与学时分配

本章分配 6 课时，具体为第一节 2 课时，第二、三节 2 课时，第四、五节 2 课时。以 PPT 和板书讲授为主，引导同学讨论。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

原子核的电荷、质量和半径；核的自旋、磁距、电四极矩和宇称。

【重点掌握】：原子核的半径及其测量方法；核自旋与超精细光谱的关系；电四极矩的定义与核形状的关系。

【掌握】：原子核的磁距与核磁共振。

【了解】：原子核的宇称。

第二章 放射性和核的稳定性

第一节 放射性衰变的基本规律

第二节 放射性平衡

第三节 人工放射性的生长

第四节 放射性活度单位

第五节 放射性鉴年法

第六节 原子核的结合能

第七节 原子核稳定性的经验规律

第八节 原子核的液滴模型

第九节 原子核结合能的半经验公式

(一) 教学方法与学时分配

本章分配 8 课时，第一、二节 2 课时，三-五节 2 课时，六、七节 2 课时，八、

九节 2 课时。以讲授为主，通过提问引起学生思考。引导学生自学了解“几种天然放射性系”。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

原子核的放射性及放射性平衡，放射性的生长及鉴年法(应用举例)，原子核的结合能及稳定性的经验规律，液滴模型及结合能半经验公式及其应用。

【重点掌握】：原子核的放射性及放射性平衡，原子核的结合能及稳定性的经验规律，液滴模型及结合能半经验公式。

【掌握】：放射性生长及鉴年(应用举例)，液滴模型，原子核结合能半经验公式及应用。

【了解】：三种天然放射系，衰变数据库的使用方法。

第五章 衰变

第一节 衰变的能量

第二节 衰变的实验规律

第三节 衰变的基本理论

第四节 质子及重离子放射性

(一) 教学方法与学时分配

本章分配 4 课时，具体为第一、二节 2 课时，第三节 2 课时。以 PPT 和板书讲授为主，其中第四节以学生自学为主。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

衰变的衰变能，基本特征和实验规律，以及 衰变的基本理论。

【重点掌握】：衰变的衰变能，基本特征和实验规律。

【掌握】：衰变的基本理论的物理思想。

【了解】：质子和重离子放射性。

第六章 衰变

第一节 能谱的特点

第二节 中微子

第三节 衰变的三种类型及其衰变能

第四节 衰变纲图

第五节 衰变的费米理论

第六节 跃迁分类和选择定则

第七节 库里厄图

第八节 衰变常量和比较半衰期

第九节 轨道电子俘获

第十节 宇称不守恒问题

(一) 教学方法与学时分配

本章分配 12 课时，具体为第一、二节 2 课时，第三、四节 2 课时，第五、六节 3 课时，第七、八节 3 课时，最后两节 2 课时。以 PPT 和板书讲授为主，引导同学讨论。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

衰变基本知识：能谱规律、中微子、三种衰变方式及衰变能，衰变模型及引申出的跃迁分类和选择定则，库里厄图及比较半衰期，轨道电子俘获及宇称不守恒的问题。

【重点掌握】：衰变基本知识：能谱规律、中微子、三种衰变方式及衰变能，衰变的费米模型及其基本物理思想。

【掌握】：衰变模型引申出的跃迁分类和选择定则，库里厄图及比较半衰期。

【了解】：轨道电子俘获及宇称不守恒的问题。

第七章 跃迁

第一节 辐射的多极性

第二节 跃迁概率

第三节 选择定则

第四节 内转换

第五节 同核异能态

第六节 级联 辐射的角关联

第七节 穆斯堡尔效应

第八节 实验研究核衰变的能级图

(一) 教学方法与学时分配

本章分配 8 课时，每小节分配 1 课时。以 PPT 和板书讲授为主。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

辐射的多极性及其跃迁概率，选择定则，内转换现象，同核异能态，级联 辐射的角关联以及穆斯堡尔效应，实验研究核衰变的能级图的方法。

【重点掌握】：辐射的多极性及其跃迁概率及选择定则，内转换现象，同核异能态。

【掌握】：级联 辐射的角关联以及穆斯堡尔效应。

【了解】：实验研究核衰变的能级图的方法。

第八章 核结构模型

第一节 幻数存在的实验根据

第二节 原子核的壳模型

第三节 壳模型的应用

第四节 集体模型的概念

第五节 转动能级和振动能级

第六节 变形核的基态性质

(一) 教学方法与学时分配

本章分配 8 课时，具体为第一、二、三节 3 课时，第四、五节 3 课时，第六节 1 课时，复习 1 个课时。以 PPT 和板书讲授为主，引导同学讨论。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

原子核的壳模型的实验依据及基本思想；壳模型的应用及局限性；集体模型的基本思想；变形核的性质。

【重点掌握】：原子核的壳模型的实验依据及基本思想；壳模型的应用及局限性。

【掌握】：集体模型的基本思想。

【了解】：变形核的性质。

第九章 原子核反应

第一节 核反应概述

第二节 反应能

第三节 实验室坐标系和质心坐标系

第四节 核反应截面与产额

第六节 反应截面的分波分析

第七节 核反应的三阶段描述和核反应机制

第八节 光学模型

第九节 复合核模型

（一）教学方法与学时分配

本章分配 16 课时，具体为第一、二节 2 课时，第三-九节(第五节除外)每节安排 2 课时，本章复习安排 2 课时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

核反应分类及守恒律，反应能，实验室系与质心系的关系，反应截面定义及产额的计算，核反应模型及基本规律。

【重点掌握】：核反应分类及守恒律，反应能，实验室系与质心系的关系，反应截面定义及产额的计算。

【掌握】：反应截面分波分析的基本思想，核反应三阶段描述及核反应机制。

【了解】：光学模型及复合核模型对核反应截面的处理方法。

第十一章 原子核的裂变和聚变

第一节 自发裂变与诱发裂变

第二节 裂变后现象

第三节 裂变的液滴模型理论

（一）教学方法与学时分配

本章分配 6 课时，每小节 2 课时。以 PPT 和板书讲授为主，引导同学讨论。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

自发裂变与诱发裂变简介，裂变后现象，描述裂变的液滴模型理论介绍。

【掌握】：自发裂变与诱发裂变，碎片质量分布、碎片动能、裂变中子的基本规律。

【了解】：裂变的液滴模型理论。

制定人：胡碧涛

审定人：

批准人：

日期：2016.04

电子学基础课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：电子学基础

英文名称：Fundamentals of Electronics

所属专业：原子核物理

课程性质：必修

学分学时：讲授学时 72；学分 4

考核方式：考试

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：电子学基础包括模拟电路和数字电路两部分，是物理专业等所有理工科本科生在电子技术方面必修的技术基础课，它既有自身的理论体系，又有很强的实践性。

目标与任务：本课程授课对象是辐射防护大二本科生。通过本课程的学习，使学生掌握模拟电子电路的基本工作原理、分析方法和设计方法，能够对各种不同类型的放大器进行分析和设计；同时学习数字电子技术的基础理论、基本概念和基本方法，掌握数字电路分析设计的理论和方法，为今后深入学习核技术及电子技术领域的内容，以及为将来科研应用打好基础。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：电磁学

后续相关课程：核电子学、自动控制原理

(四) 教材与主要参考书。

教材：

《电子线路》第五版，梁明理，高等教育出版社

参考书：

《模拟电子技术基础》第四版，童诗白，高等教育出版社

《数字电子技术基础》第五版，阎石，高等教育出版社

《Electronic Circuit Analysis and Design》Second Edition, Donald A. Neamen, the McGraw-Hill Companies.

二、课程内容与安排

第一章 半导体器件基础

第一节 PN 结

第二节 二极管

第三节 双极型晶体管

第四节 场效应管

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：8

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 半导体的导电方式，PN 结的单向导电性。
- (2) 半导体二极管：伏安特性和主要参数，硅稳压二极管。
- (3) 半导体三极管：电流放大作用，伏安特性，主要参数。
- (4) 绝缘栅场效应管：基本结构和工作原理，伏安特性曲线和主要参数。

【重点掌握】：晶体三极管的导电特性。

【掌握】：半导体的导电方式，二极管的导电特性。

【了解】：场效应管的导电特性。

【难点】：晶体三极管的电流放大特性。

第二章 放大电路基础

第一节 放大电路的组成和工作原理

第二节 放大电路的图解分析法

第三节 放大电路的等效电路分析法

第四节 放大电路工作点的稳定

第五节 共集电极放大电路

第六节 共基极放大电路

第七节 单管放大电路的频率特性

第八节 多级放大电路

第九节 差分放大电路

第十节 电流源电路

第十一节 互补对称功率放大电路

第十二节 场效应管放大电路

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：18

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 共射单管放大电路的组成及各元件的作用。
- (2) 静态工作点的设置与稳定。
- (3) 微变等效法分析电路。
- (4) 差分放大电路。
- (5) 场效应管电路。
- (6) 放大电路的频率响应

【重点掌握】：微变等效法分析电路。

【掌握】：静态工作点的设置与稳定；差分放大电路。

【了解】：放大电路的频率响应。

【一般了解】：场效应管电路。

【难点】：微变等效法分析电路的步骤和方法。

第三章 集成运算放大电路

第一节 集成运放的基本单元电路

第二节 集成运放的典型电路和参数

第三节 集成运放的基本电路

第四节 基本运算电路

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：6

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 集成运算放大器基本电路的组成。
- (2) 运算放大器分析方法。
- (3) 常用的运算电路。

【掌握】：理想集成运算放大器的基本组成；运算放大器分析方法。

【了解】：了解集成运放的主要参数： A_{vd} , K_{CMR} , R_{id} , R_o , BW_G , V_{IO} , dV_{IO}/dT , I_{io} , dI_{io}/dT

【一般了解】：集成运放的典型电路；非理想集成运放的误差分析。

第四章 反馈放大电路

第一节 反馈的基本概念与分类

第二节 负反馈对放大电路性能的影响

第三节 深度负反馈放大电路的近似计算

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：8

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 反馈的概念与分类。
- (2) 负反馈对放大电路工作性能的影响。
- (3) 深度负反馈放大电路的近似计算。

【重点掌握】：负反馈放大电路的基本类型的分类和分析。

【掌握】：负反馈对放大电路工作性能的影响。

【了解】：反馈的概念；深度负反馈电路电压放大倍数的近似计算。

【难点】：反馈类型的判断；电压放大倍数的近似计算。

第五章 波形发生电路

第一节 正弦波振荡电路

第二节 电压比较器

第三节 非正弦波发生电路

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：7

(二) 内容及基本要求

主要内容：

(1) 正弦波振荡电路：RC、LC、晶体振荡电路。

(2) 单限比较器；滞回比较器。

(3) 矩形波发生电路；三角波和锯齿波发生电路。

【掌握】：正弦波振荡电路组成原理；RC 振荡电路；单限比较器；滞回比较器。

【了解】：LC 振荡电路；晶体振荡电路；矩形波发生电路；三角波和锯齿波发生电路。

第六章 直流稳压电源

第一节 小功率整流滤波电路

第二节 串联型集成稳压电路

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：1

(二) 内容及基本要求

主要内容：

(1) 单相桥式整流电路；电源滤波电路。

(2) 串联型集成稳压电路的工作原理；主要参数；串联型集成稳压器简介。

【了解】：单相桥式整流电路；电源滤波电路。

【一般了解】：串联型集成稳压电路；集成稳压器。

第七章 数字电路基础

第一节 数字电路概述

第二节 逻辑函数及其表示方法

第三节 逻辑函数的化简法

第四节 基本逻辑门电路

第五节 TTL 逻辑门电路

第六节 MOS 逻辑门电路

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：10

(二) 内容及基本要求

主要内容：

(1) 逻辑函数及逻辑函数的化简。

(2) 基本逻辑门电路、TTL 门电路。

【重点掌握】：逻辑函数的表示方法；逻辑函数的化简。

【掌握】：数制与代码；基本逻辑门电路；TTL 与非门电路的组成原理及特性。

【一般了解】：MOS 门电路。

【难点】：逻辑函数的化简；TTL 与非门电路的组成原理及特性。

第八章 组合逻辑电路

第一节 组合逻辑电路的分析方法和设计方法

第二节 常用的组合逻辑电路

第三节 用中规模集成电路实现组合逻辑函数

第四节 组合逻辑电路中的竞争冒险现象

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：6

(二) 内容及基本要求

主要内容：

(1) 组合逻辑电路的分析方法和设计方法。

(2) 常用的组合逻辑电路：编码器、译码器、加法器。

(3) 用中规模集成电路实现组合逻辑函数。

【掌握】：常用的组合逻辑电路。

【了解】：组合逻辑电路的分析方法和设计方法。

【一般了解】：组合逻辑电路中的竞争冒险现象。

【难点】：常用的组合逻辑电路。

第九章 触发器和时序逻辑电路

第一节 触发器

第二节 时序逻辑电路分析方法

第三节 寄存器

第四节 计数器

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：6

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 触发器。
- (2) 时序逻辑电路分析方法。
- (3) 寄存器；计数器。

【重点掌握】：

各种触发器的组成原理。

【掌握】：

常用寄存器和计数器的电路原理和分析方法。

【一般了解】：

时序逻辑电路分析方法。

【难点】：

计数器的分析。

第十章 脉冲电路及模数转换

第一节 中规模集成单稳态触发器

第二节 A/D 和 D/A 转换器

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书相结合）；学时：2

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 单稳态触发器。
- (2) A/D 和 D/A 转换器。

【掌握】：

A/D 和 D/A 转换的工作原理和电路组成。

【了解】：

单稳态触发器；555 定时器电路；门电路构成的多谐振荡器。

制定人：

审定人：

批准人：

日 期：2016.04

光学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：光学

所属专业：原子核物理专业

课程性质：基础必修课

学 分：4 学分

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：光学课程是普通物理学的一个重要组成部分，是物理学和核物理学专业本生必修的基础课程之一。光学是一门研究光的本性、光的产生与控制、光的传输与检测、光与物质的相互作用以及它的各种应用的基础学科。

目标与任务：

1. 通过本门课程的学习，了解光学发展的基本阶段，掌握光学学科的基本原理、基本概念、基本规律和研究方法，并初步具备近代光学及其应用的物理基础。

2. 了解光学所研究的内容和光学前沿研究领域的概况，培养学生的科学素质，提高学生实践、观察、分析、综合、联系、总结、创造等各方面的能力。

3. 引导学生用发展的和全面的观点来认识光的本性。

4. 光学是当前科学领域中最活跃的前沿学科之一，它与当前科学与技术结合日益加强，在教学中要展现现代光学技术的成就，了解光学与物理学其它部分的关系，并为从经典物理向近代物理过渡奠定相应的基础。

5. 引导学生在课程学习中更多地接触与本课程内容有关的物理前沿，为课程装备多重“接口”，如光纤通讯、激光技术、全息术、光孤子、应力波的探测等。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

光学与原子物理、电动力学、量子力学等后继课程有密切的联系，学好光学，既能为物理学和核物理学专业本科生进一步学习原子物理学、量子力学、相对论、电动力学等课程准备必要的前提条件，又有助于进一步探讨微观和宏观世界的联系与规律。

(四) 教材与主要参考书。

教材：蔡履中，《光学》，科学出版社，2007年第三版。

参考书籍：

1. 钟锡华《现代光学基础》北京大学出版社，2003年。
2. 赵凯华、钟锡华《光学》（上、下）北京大学出版社
3. 蔡履中、王成彦、周玉芳：《光学》山东大学出版社 2002（修订版）
4. 母国光、战元龄：《光学》高等教育出版社
5. 吴强 郭光灿：《光学》中国科大出版社
6. 高文琦等：《光学》南京大学出版社
7. M. Born, E. Wolf: 《Principle of Optics》（有中译本）

二、课程内容与安排

第零章 绪论

（一）教学方法与学时分配：2学时

主要内容：

掌握光学的研究内容以及光学的研究方法，从五个时期来了解光学的发展史，并从中进一步体会光学的研究方法。

第一章 几何光学

第一节 几何光学的基本定律

第二节 费马原理

第三节 成像的基本原理

第四节 常用几何光学仪器简介

（一）教学方法与学时分配：8学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

发光点、光线和光束、几何光学的基本定律（直线传播定律、光的独立传播定律、光的反射和折射定律、光路的可逆性原理），折射率，全反射，全反射棱镜和光纤，光程，费马原理，从费马原理导出直线传播、反射定律、折射定律和光路可逆原理，梯度折射率介质中光线的弯曲（介质折射率分区均匀、介质折射率连续变化），人工变折射率及强光变折射率（聚光纤维、强光变折射率）；光学系统成像的基本概念（光束、物像的共轭关系、实像、虚像，实物、虚物、以及联系与区别、物空间和像空间），单个球面的近轴成像（符号规则、单个球面的折射成像、齐明点、单球面折射系统的焦点、高斯公式、牛顿公式、单球面折射系统的放大率、成像规律图），单球面反射成像，反射等光程面（椭球面、抛物面、双曲面），人眼（结构、简化眼、功能参数、近视眼及远视眼）。

【重点掌握】：费马原理，并掌握从费马原理导出反射定律和折射定律。

【掌握】：笛卡尔符号法则和单球面成像。

【了解】：了解光线、实像、虚像和虚物的概念，变折射光学的基本原理和应用，常用光学仪器。

【难点】：费马原理

第二章 波动光学导论

第一节 波的概念与光的电磁理论基础

第二节 定态光波及其数学描述

第三节 光波的偏振特性

第四节 光偏振态的数学描述

第五节 光在各向同性介质界面上的反射和折射

第六节 光波的频率谱

(一) 教学方法与学时分配：8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

波，波源，矢量波，标量波，电磁波谱，电磁场基本方程，波动方程，光矢量，光速，折射率，光强；定态光波，定态光波的复数表示及复振幅（单色平面波、单色球面波、柱面波），波前函数，单色球面波向单色平面波的转化；光波的偏振态的基本概念（完全偏振光、自然光、部分偏振光），偏振度，线偏振光，圆偏振光，椭圆偏振光，菲涅耳公式的推导，光强、能流的反射率和透射率（光强反射率和透射率、能流反射率和透射率、总能流和总光强反射率和透射率），布儒斯特定律（反射光的偏振态、透射光的偏振态），反射光的相位变化（外反射的相位变化、内反射时的相位变化、关于半波损失问题的讨论、反射光的偏振态、全内反射和隐失波*、光波导*、近场扫描光学显微镜*），光波的时间频率谱（无限长时间的等振幅光振动、持续时间有限的等振幅光振动），准单色光，相速与群速，光波场的空间频率谱（空间频率、空间频率谱）。

【重点掌握】：波动方程；折射率；光强；光波的偏振态的基本概念，布儒斯特定律（反射光的偏振态、透射光的偏振态）。

【掌握】：笛卡尔符号法则和单球面成像。

【了解】：菲涅耳公式的推导，反射光的相位变化，光波的时间频率谱（无限长时间的等振幅光振动、持续时间有限的等振幅光振动），准单色光，相速与群速，

光波场的空间频率谱（空间频率、空间频率谱）。

【难点】：菲涅耳公式的推导

第三章 光的干涉

第一节 光的干涉现象

第二节 分波面双光束干涉

第三节 分振幅双光束干涉

第四节 多光束干涉、法布里—珀罗干涉仪

第五节 光学薄膜

第六节 光的时空相干性

（一）教学方法与学时分配：12 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

光的干涉现象，光波的叠加原理，光的相干条件，普通光源的发光机制，获得相干光的方法；杨氏实验（实验装置及参数、条纹位置及间距、条纹的对比度、屏幕上光强分布规律、白光干涉条纹、对干涉图样的几点讨论），相干的补充条件，其它分波面双光束干涉装置（菲涅耳双棱镜、菲涅耳双面镜、劳埃德镜、半波损失、比耶对切透镜*、梅斯林实验装置*），两束平行光的干涉场*，薄膜色，等倾干涉（观察等倾圆条纹的装置、等倾圆环条纹的分析与计算、薄膜干涉等倾条纹），等厚干涉（楔形薄膜、牛顿环、等厚条纹的应用），迈克尔孙干涉仪（构造和光路、原理、应用、Fourier 变换光谱仪*），多光束干涉的原理（多光束干涉的途径），两平行表面多次透射和反射光束的干涉（平行平板多光束干涉、斯托克斯倒逆关系、多光束干涉的光强分布和强度曲线、多光束干涉条纹的特点、反射率对干涉条纹对比度和精细度的影响、平行平板的滤波特性），法布里—珀罗干涉仪的结构和分光特性参量*（色散本领、自由光谱范围、色分辨本领），单层光学薄膜，多层光学薄膜，光学薄膜的应用干涉滤光片（干涉滤光片的构造、干涉滤光片的特性参数），光学薄膜，激光器的共振腔；光的空间相干性（光源空间展宽对干涉条纹可见度的影响、光的空间相干性），光场的时间相干性（谱线的线宽、光源光谱展宽对干涉条纹可见度的影响、光的时间相干性、相干长度与相干时间、时间相干性与单色性）。

【重点掌握】：光波的叠加原理，光的相干条件，杨氏实验，等倾干涉，等厚干涉，多光束干涉的原理，多光束干涉的光强分布，

【掌握】：光的干涉现象，普通光源的发光机制，获得相干光的方法，法布里

—珀罗干涉干涉仪的结构和分光特性参量光的空间相干性（光源空间展宽对干涉条纹可见度的影响、光的空间相干性），光场的时间相干性（谱线的线宽、光源光谱展宽对干涉条纹可见度的影响、光的时间相干性、相干长度与相干时间、时间相干性与单色性）。

【了解】：其它分波面双光束干涉装置，两束平行光的干涉场，薄膜色，单层光学薄膜，多层光学薄膜，光学薄膜的应用干涉滤光片，光学薄膜，激光器的共振腔。

【难点】：光的空间相干性（光源空间展宽对干涉条纹可见度的影响、光的空间相干性），光场的时间相干性（谱线的线宽、光源光谱展宽对干涉条纹可见度的影响、光的时间相干性、相干长度与相干时间、时间相干性与单色性）。

第四章 光的衍射

第一节 光的衍射现象

第二节 惠更斯—菲涅耳原理

第三节 菲涅耳衍射

第四节 夫琅禾费单缝衍射

第五节 夫琅禾费圆孔衍射

第六节 光学成像仪器的衍射和分辨本领

第七节 夫琅禾费多缝衍射

第八节 衍射光栅

第九节 光栅原理在物质结构分析中的运用，晶体对伦琴射线的衍射

第十节 全息术

（一）教学方法与学时分配：12 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

光的衍射现象，衍射现象的分类；惠更斯原理，惠更斯-菲涅耳原理，基尔霍夫-惠更斯-菲涅耳原理（KHF 理论），巴比涅原理；菲涅耳衍射的分析方法（菲涅耳半波带法、矢量图解法），菲涅耳圆孔衍射图样，菲涅耳圆屏衍射，菲涅耳波带片（原理、参数、波带片和透镜比较），其它类型波带片（全透明浮雕波带片、余弦式环形波带片），夫琅禾费单缝衍射实验装置和现象，光强计算（公式计算法、半波带法*、矢量图解法*），衍射图样的主要特征（衍射光强、衍射图样），瑞利判据，成像仪器的分辨本领（人眼，望远镜，显微镜）；强度分布公式（物理图像分

析、光强公式推导)、多缝衍射的特点与图样;光栅(种类、用途),光栅光谱仪的性能指标(光栅方程、光栅的色散、光栅的色分辨本领),闪耀光栅,其它类型光栅*(波导光栅、光纤光栅),全息术的原理,光波的记录与再现(单色平面波的记录与再现、单色球面波的记录与再现、实物光波的记录与再现),全息术的特点、全息术的应用。

【重点掌握】:光的衍射现象,衍射现象的分类,惠更斯原理,惠更斯-菲涅耳原理;菲涅耳衍射的分析方法(菲涅耳半波带法、矢量图解法),菲涅耳圆孔衍射图样,菲涅耳圆屏衍射,菲涅耳波带片,夫琅禾费衍射单缝光强计算公式以及衍射图样的主要特征,多缝衍射的特点与图样,光栅光谱仪的性能指标(光栅方程、光栅的色散、光栅的色分辨本领),

【掌握】:巴比涅原理,基尔霍夫-惠更斯-菲涅耳原理,夫琅禾费衍射实验装置和现象,成像仪器的分辨本领,光波的记录与再现(单色平面波的记录与再现、单色球面波的记录与再现、实物光波的记录与再现),全息术的特点、全息术的应用。

【了解】:其它类型波带片(全透明浮雕波带片、余弦式环形波带片),瑞利判据,闪耀光栅,其它类型光栅*(波导光栅、光纤光栅),全息术的原理,

【难点】:菲涅耳半波带法,多缝衍射,光栅光谱仪。

第五章 光在晶体中的双折射

第一节 光通过单轴晶体时的双折射现象

第二节 偏振器件

第三节 偏振态分析

第四节 偏振光的干涉

第五节 人工双折射

第六节 旋光现象

第七节 偏振光和偏振器件的琼斯矩阵

(一) 教学方法与学时分配: 10 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容:

晶体的双折射现象,双折射现象的基本概念(o光、e光、光轴、主截面、主平面、o光和e光的振动方向、o光和e光的光强),光在单轴晶体中的波面图,用惠更斯原理确定反射光和折射光的传播方向,尼克耳棱镜(尼克耳的制作,尼克耳的

原理，Glan-Thompson 棱镜，Wollaston 棱镜，洛匈棱镜），波晶片，可变位相延迟板（Babinet 补偿器、Soleil 补偿器），各种偏振光的获得，各种偏振光的检验；平行偏振光干涉实验（偏振光干涉强度、显色偏振和干涉色、光的三基色），偏振滤光器（Lyot 滤光器的结构），会聚偏振光的干涉，光弹效应，电光效应（克尔效应、泡克尔斯效应），电光效应的应用，旋光现象，旋光色散，菲涅耳关于旋光现象的解释，菲涅耳对旋光现象解释的实验验证，磁致旋光，磁光效应的应用，偏振光的矩阵表示，正交偏振，偏振器件的矩阵表示。

【重点掌握】：晶体的双折射现象，各种偏振光的获得，各种偏振光的检验，平行偏振光干涉实验，旋光现象，旋光色散，菲涅耳关于旋光现象的解释。

【掌握】：双折射现象的基本概念，可变位相延迟板（Babinet 补偿器、Soleil 补偿器），偏振滤光器，光弹效应，电光效应，菲涅耳对旋光现象解释的实验验证，磁致旋光，磁光效应的应用。

【了解】：尼克耳棱镜（尼克耳的制作，尼克耳的原理，Glan-Thompson 棱镜，Wollaston 棱镜，洛匈棱镜），会聚偏振光的干涉，偏振光的矩阵表示，正交偏振，偏振器件的矩阵表示。

【难点】：平行偏振光干涉实验，偏振滤光器，会聚偏振光的干涉。

第七章 光的吸收、色散和散射

第一节 光的吸收

第二节 光的色散

第三节 光的散射

第四节 群速与相速

（一）教学方法与学时分配：6 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

朗伯定律，一般吸收与选择吸收，吸收光谱，色散的特点，正交棱镜观察法，正常色散与反常色散，线性散射（瑞利散射，散射光的偏振性、散射光的强度，米氏散射）。

【重点掌握】：朗伯定律，一般吸收与选择吸收，色散的特点，正常色散与反常色散，线性散射（瑞利散射，散射光的偏振性、散射光的强度，米氏散射）

【掌握】：吸收光谱，正交棱镜观察法。

【了解】：正交棱镜观察法，非线性散射（拉曼散射、布里渊散射）。

【难点】：散射光的偏振性。

第八章 光的量子性 激光原理

第一节 黑体辐射现象

第二节 光粒子性的实验基础

第三节 光的波粒二象性

第四节 原子的核结构模型 波尔假说。

第五节 激光原理

(一) 教学方法与学时分配：8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

热辐射（几种不同形式的辐射、辐射出射度和吸收比），基尔霍夫热辐射定律，黑体辐射的实验规律（黑体、斯忒藩-玻尔兹曼定律、维恩位移定律），普朗克辐射公式和能量子假说（维恩公式和瑞利-金斯公式，普朗克能量子假说），光电效应实验装置，实验规律，爱因斯坦的光子假说，康普顿散射；光的粒子性，光的波粒二象性及其概率解释；卢瑟福原子的核结构模型，产生激光的基本原理（自发辐射、受激吸收、受激辐射）。

【重点掌握】：基尔霍夫热辐射定律，黑体、斯忒藩-玻尔兹曼定律、维恩位移定律，光的波粒二象性及其概率解释。

【掌握】：热辐射（几种不同形式的辐射、辐射出射度和吸收比），普朗克辐射公式和能量子假说。

【了解】：卢瑟福原子的核结构模型，产生激光的基本原理（自发辐射、受激吸收、受激辐射），粒子按能级的统计分布，能级的寿命，爱因斯坦系数，粒子数布居反转和抽运过程，激光器的组成及工作过程（激光工作物质、激励系统、光学谐振腔），激光的纵模和横模，激光的特征（单色性、高方向性、相干性、高强度），激光的应用简介，激光器的种类（气体激光器、固体激光器、液体激光器、半导体激光器、准分子激光器）。

【难点】：光的波粒二象性及其概率解释。

第九章 非线性光学

第一节 二阶非线性效应

第二节 三阶非线性效应

(一) 教学方法与学时分配：6 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

非线性电极化效应，二阶非线性过程（二次谐波的产生、自倍频、混频效应、三波混频、相位匹配条件），电光效应（泡克耳斯效应、电光克尔效应）；电光克尔效应，光学克尔效应，四波混频及简并四波混频。

【了解】：了解光学中的非线性现象；了解二阶非线性效应的相位匹配条件。

制定人：李玉红

审定人：

批准人：

日期：2016.4

力学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：力学

所属专业：物理学（原子核物理方向）

课程性质：基础课

学分学时：4 学分，72 学时

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：力学是物理学专业（原子核物理方向）本科生所学普通物理的第一门基础课，主要讲授物理学的经典力学部分，为后续物理学相关课程的学习奠定基础。其由“静力学、运动学、动力学”三大部分组成，涉及到了质点、刚体、连续体、振动与波等行为和运动规律描述，同时对力的作用、万有引力、动量、冲量、能量、动能、势能、平动、转动、角动量、力矩、刚体、弹性体、流体和机械振动与波动等物理量及其相互关系作了全面描述。这门课是在已有的中学物理知识基础上，利用高等数学中微积分的方法对静力学、运动学和动力学的基本问题合作用过程进行精确理论描述。是物理学最为重要的基础课程之一。

目标与任务：使培养学生掌握相关基本概念、基础知识、基本原理，并学会利用高等数学工具解析、描述、求证相关物理问题和过程的基本方法。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：高等数学

后续相关课程：理论力学

(四) 教材与主要参考书。

教材：不指定教材，授课以教师课堂讲义为主

参考书目：《力学》（漆安慎，杜蝉），《力学》（赵凯华，罗蔚茵编），《物理学讲义(上)》（费曼）《物理学(上)》（刘克哲），《力学》（张之桂），《力学》（钟锡华）

二、课程内容与安排

第一章 绪论

第一节 物理学简介

第二节 从基本粒子到宇宙

第三节 力学的教学理念和方法

第四节 怎样学习物理学。

(一) 教学方法与学时分配：讲座使用多媒体，讲解使用板书，6 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

学的学习内容及学习方法介绍，以“物理学简史”，“从基本粒子到宇宙”两个讲座为主介绍物理学的基本框架、研究对象、研究方法；同时介绍教学理念、方法和学习目的、方法。

【重点掌握】：树立新的学习目标，建立新的物理思维，力学的学习方法。

【了解】：物理学的发展史、主要研究对象、方法和当前的前沿科学问题。

【难点】：建立新的物理思维，力学的学习方法

第二章 质点运动学

第一节 力学中的基本物理量与量纲

第二节 参考系与坐标系

第三节 矢量与矢量运算

第四节 质点的直线运动

第五节 质点的曲线运动

第六节 相对运动与坐标变换

(一) 教学方法与学时分配：课堂讲授 8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

1). 力学中的基本物理量，时间和长度的计量，单位制和量纲，坐标系（平面直角，极坐标，自然坐标），参考系；

2). 矢量的基本运算；

3). 质点的定义，质点的位置矢量，位移与位移矢量，质点直线运动描述，从坐标到位移、速度、加速度，质点的运动学方程；

4). 质点的曲线运动：抛体运动，圆周运动；

5). 伽利略变换。

【重点掌握】：基本物理单位及其换算，三种坐标系的空间概念和参考系，质点、位移、速度、加速度的概念。

【掌握】：质点直线运动、抛物线运动和匀速圆周运动的描述方法及运动方程，伽利略变换。

【了解】：量纲的意义及应用，建立各物理量之间的数学、物理关系。

【难点】：利用导数、微分、积分的方法表达各基本物理量之间的关系；建立矢量的概念，并学会利用矢量的运算处理问题。

第三章 质点动力学、动量守恒

第一节 牛顿三大定律与惯性质量

第二节 牛顿三大定律的应用

第三节 动量

第四节 力与冲量

第五节 动量定理

第六节 非惯性系的动力学

第七节 质点系与质心运动定理

第八节 动量守恒定理

(一) 教学方法与学时分配：课堂讲授 6 学时 + 分组讨论 2 学时=8 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

1). 牛顿第一定律，惯性坐标系，惯性质量、动量、动量变化率与力的关系，牛顿第二、三定律及其应用；

2). 力的性质，冲量的概念，冲量与动量定理；

3). 非惯性系，惯性力，离心力，科里奥利力

4). 质点系，质点系动量定理，质心系，质心运动定理，质点系相对于质心系的运动定理；

5). 动量守恒定律，质点系的动量守恒，动量的分解与某一方向上的守恒，火箭的发射与运动描述。

【重点掌握】：质量、动量、力、惯性系、非惯性系、惯性力、冲量、动量定理、质心、质心系等基本概念。

【掌握】：牛顿第二、三大定律及其应用；学会利用动量定理、质点系动量定

理和动量守恒定理解决实际问题。

【难点】：建立各物理量之间的关系，并用高等数学的方法加以描述；非惯性系、惯性力、科里奥利力和质心系等概念的建立。

第四章 机械能及其守恒

第一节 功与能

第二节 质点与质点系动能定理

第三节 保守力与势能

第四节 功能原理与机械能守恒定律

第五节 对心碰撞与散射

(一) 教学方法与学时分配：课堂教学 6 学时 + 分组讨论 2 学时=8 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1). 功的引出，力的元功，功率，力在特定路径上做的功，质点和质点系内力做的功；
- 2). 质点的动能，质点系的动能，质点系的动能定理；
- 3). 保守力，非保守力，力场的描述，质点的势能及其描述；
- 4). 质点及质点系的功能转换原理和机械能守恒定律；
- 5). 碰撞，对心碰撞，完全弹性碰撞，完全非弹性碰撞，非完全弹性碰撞，散射。

【重点掌握】：建立元功、功、功率、机械能、动能、势能、保守力、保守系等基本概念，并明确个物理量之间的相互关系和数学描述方法。

【掌握】：掌握动能定理、功能转换原理、机械能守恒定律，并能够利用上述定理、定律解决实际问题。

【了解】：碰撞与散射在粒子与物质相互作用中的应用。

【难点】：质点系内力、外力的界定，质点系的动能定理；能量守恒定律在碰撞研究中的应用。

第五章 质点（质点系）的转动角动量与力矩

第一节 质点的角动量

第二节 质点系的角动量定理及角动量守恒定律

第三节 质点系对质心的角动量定理和守恒定律

(一) 教学方法与学时分配：课堂讲授 4 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容:

1). 质点的曲线运动, 质点相对参考点的角速度和角动量, 力矩, 质点对参考点和转动轴的角动量定理及守恒定律;

2). 质点系的对参考点和转动轴的角动量定理及守恒定律, 质点系质心的角动量定理和守恒定律。

【重点掌握】: 曲率半径、角速度、角动量、力矩等基本概念;

【掌握】: 质点的曲线运动描述方法, 并学会利用角动量定理和角动量守恒定律理解实际问题。

【难点】: 质点的角速度、角动量、力矩等概念的建立; 角动量定理和角动量守恒定律的理解与应用。

第六章 万有引力定律与天体运行规律

第一节 开普勒定律

第二节 万有引力定律

第三节 开普勒运动

第四节 球体的引力场与引力势能

第五节 若干文问题与潮汐现象

(一) 教学方法与学时分配: 课堂讲授 4 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容:

1). 万有引力及引力质量, 引力常数的测量, 地球自转对重量的影响;

2). 引力势能, 潮汐的物理模型;

3). 引力与行星运行规律, 开普勒三大定律。

【重点掌握】: 掌握万有引力及引力质量、引力势能等基本概念。

【掌握】: 理解开普勒三大定律的物理实质及其与万有引力定律的关系, 并学会用三大定律理解实际问题。

【难点】: 引力势能, 潮汐现象的解释与描述; 万有引力和开普勒三大定律的关系及其应用。

第七章 刚体力学

第一节 刚体与刚体的运动描述

第二节 刚体的动量与质心运动定理

第三节 刚体绕定轴的转动

第四节 刚体的平面平行运动

第五节 刚体的平衡

第六节 回转与进动

(一) 教学方法与学时分配：课堂讲授 6 学时+分组讨论 2 学时=8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1). 刚体的定义，刚体的质心，刚体的平动，刚体绕定轴的转动，刚体的平面运动，刚体的动量与质心运动定理；
- 2). 刚体的转动惯量，刚体的角动量，刚体绕定轴转动的角动量定理和转动定理；
- 3). 刚体的动能，力矩的功，刚体定轴转动的动能定理，刚体的重力势能；
- 4). 刚体平面运动的动力学方程，作用在刚体上的力，刚体平面运动动能；
- 5). 刚体的平衡条件与平衡方程，刚体的转动与滚动，转动与滚动摩擦；
- 6). 自转与旋进，陀螺的转动，地球的自转与章动。

【重点掌握】：建立刚体、刚体质心、转动惯量、角动量、动能、力矩等基本概念和相互关系；

【掌握】：掌握刚体质心平动、转动的描述方法，以及刚体低的动量定理、质心运动定理，平面运动描述方法，以及刚刚体的定轴转动，平衡条件与平衡方程；学会利用相关定理、定律解决实际问题。

【难点】：刚体的转动惯量、角动量、力矩等概念的建立以及数学描述；各守恒定律的物理实质及其应用；自转与旋进、章动等是难点。

第八章 连续介质力学

第一节 真实固体的弹性与形变

第二节 几种特殊的固体弹性形变

第三节 理想流体与流体静力学

第四节 流体的流动

第五节 伯努利方程及其应用

第六节 黏滞流体的流动

(一) 教学方法与学时分配：课堂讲授 8 学时 + 分组讨论 2 学时 = 10 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

1). 弹性体的外力、内力与应力、应变，胡克定律，弹性体的拉伸与压缩，形变势能；

2). 弹性体的剪切形变，切应力，切应变，剪切形变的胡克定律；

3). 梁的弯曲，杆的扭转；

4). 流体静力学：理想流体，静止流体内的压强与压强分布；

5). 流体运动学：流线与流管，定常流动，理想流体的连续性方程，流体的能量守恒与伯努利方程，流体的动量、角动量；

6). 黏性流体的运动：粘性定律，雷诺数，层流和湍流，泊萧叶公式，黏性流体中的伯努利方程；

7). 固体在流体中的运动：涡旋的产生，压差的形成，飞行器的原理。

【重点掌握】：应力、应变、弹性模量和液体压强、表面张力、毛细现象、流线、流管、黏滞现象等基本概念；建立各个物理量之间的关系和数学表述，并能够利用胡克定律解决弹性体的相关问题；

【掌握】：液体压强定律、连续性原理和伯努利方程，并能够用其解决实际问题。

【难点】：建立应力、应变、弹性模量、表面张力、毛细现象、流线、流管的基本概念；梁的弯曲、扭转等问题的数学描述及应用；伯努利方程的建立与应用。

第九章 振动与波动

第一节 简谐振动

第二节 简谐振动的合成与分解

第三节 阻尼振动、受迫振动与共振

第四节 简谐波

第五节 连续介质中的波

第六节 声波、超声波与次声波

第七节 多普勒效应及其应用

(一) 教学方法与学时分配：课堂讲授 8 学时+分组讨论 2 学时=10 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1). 振动的基本概念：振幅，角频率，初相，相位，周期，频率，振动方程；
- 2). 线性振动：简谐振动，阻尼振动，受迫振动，共振等基本振动描述，简谐振动的能量转换；
- 3). 振动的合成与分解：同向同频率、同向不同频率简谐振动的合成，互相垂直同频率、不同频率的振动合成；振动在直角坐标系中的分解、傅立叶级数分解；
- 4). 波动相关的基本概念：波动的定义，波前，波线，波面，波动方程；
- 5). 波动的运动与传播：平面波与球面波，平面简谐振动的描述，平均能流密度，波的反射与透射；
- 6). 波动的叠加与干涉：波的叠加，波的干涉，驻波；
- 7). 声波：声强与声强级，声强与声压，超声与次声及其应用；
- 8). 多普勒效应：波源静止而观察者运动，观察者静止而波源运动，观察者和波源在同一条直线上同时运动。

【重点掌握】：振动与波的基本概念，学会利用振动、波动方程描述振动与波动的基本运动规律。

【掌握】：弄清振动的合成与分解方法，搞清波动的叠加原理；理解多普勒效应的原理，并了解其应用。

【了解】：了解声波的特殊性及其应用；

【难点】：建立振动与波动的基本概念和物理模型；振动与波动的运动方程及其在合成、分解、叠加上的运用；多普勒效应的物理解释与应用。

第十章 相对论基础知识简介

第一节 时空的相对性

第二节 洛伦兹变换

(一) 教学方法与学时分配：课堂讲授 2 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

简单介绍相对论的基本假设，基本概念和基本变换关系。

【掌握】：建立相对论的时间、空间概念；掌握相对论的质能关系和洛伦兹变换。

【了解】：狭义相对论与广义相对论的应用

【难点】：相对论的概念建立，对相对论的时空观的理解和认识。

第十一章 回顾与总结

第一节 总复习

第二节 结课总结

(一) 教学方法与学时分配：课堂讲授 2 学时+讨论 2 学时=4 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

复习讲授的内容，分组讨论，收集反馈信息，并做结课总结。

【掌握】：掌握重要的基本概念、基本原理和基本方法；

【了解】：重要的应用及物理现象解释；

【难点】：系统总结讲授内容。

制定人：王铁山

审定人：

批准人：

日期：2016.04

电磁学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：电磁学

所属专业：原子核物理

课程性质：基础课

学 分：4 分(72 学时)

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：电磁学是理科物理类各专业的一门重要基础课，是物理学的一个分支。电磁学是研究电和磁的相互作用现象，及其规律和应用的物理学分支学科。根据近代物理学的观点，磁的现象是由运动电荷所产生的，因而在电学的范围内必然不同程度地包含磁学的内容。广义的电磁学可以说是包含电学和磁学，但狭义来说是一门探讨电性与磁性交互关系的学科。主要研究电磁波，电磁场以及有关电荷，带电物体的动力学等等。

目标与任务：通过本门课程的教学，使学生系统地掌握电磁学的基本概念和基本理论，了解电磁学在现代科学技术领域中的应用现状和发展前景，培养学生分析问题和解决问题的能力，科学思维能力，自学能力，以及对科学问题的探索和创新精神。为学生将来从事科学研究、教学和其它工作打下良好的基础。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

电磁学在先修课高数和线性代数的基础上，以高等数学和线性代数为计算手段，学习电和磁的相互作用现象及其规律和应用，为后续课程光学、电动力学、电子线路和核电子学提供基础知识和基本方法。

(四) 教材与主要参考书。

教 材：电磁学（第三版），赵凯华，陈熙谋著，高等教育出版社。

参考书：费曼物理学讲义和电磁学(伯克利物理学教程)

二、课程内容与安排

第一章 静电场(+绪论)

第一节 静电的基本现象和基本规律

第二节 电场 电场强度

第三节 高斯定理

第四节 电势及其梯度

第五节 带电体系的静电能

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：幻灯片+板书，本章内容非常简单，同时高斯定理又极为重要。所以，在涉及中学阶段的内容时采用幻灯片，在涉及公式演绎时采用板书。

学时分配：8 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

电磁学的发展历程及发展机遇 静电场的基本现象和基本规律，电场 电场强度，高斯定理，电位及其梯度，带电体系的静电能。

【重点掌握】：场强和电位的计算，高斯定理的应用。

【掌握】：矢量场的描述，高斯定理的证明，电场力作功，电位梯度。

【了解】：带电连续体系的静电能。

【一般了解】：立体角，球坐标系。

【难点】：高斯定理的证明 电位梯度。

第二章 静电场中的导体和电介质

第一节 静电场中的导体

第二节 电容和电容器

第三节 电介质

第四节 电场的能量和能量密度

第五节 静电场边值问题的唯一性定理

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：幻灯片+板书，第一和五节 PPT，其余板书。

学时分配：10 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

静电场中的导体，电容和电容器，电介质，极化强度，退极化场，电位移，有介质时的高斯定理，电场的能量和能量密度。

【重点掌握】：静电场中的导体，电容的计算，有介质时的高斯定理，电位移。

【掌握】：在电场中加入导体和电介质后，导体及介质中的电场会发生什么变化？用什么量来描述？遵从什么样的规律？电场的能量和能量密度。

【了解】：静电场边值问题的唯一性定理。

【一般了解】：压电效应及其逆效应。

【难点】：电介质的极化。

第三章 恒定电流

第一节 电流的恒定条件和导电规律

第二节 电源及其电动势

第三节 简单电路

第四节 复杂电路

第五节 温差电现象

第六节 电子发射与气体导电

（一）教学方法与学时分配

教学方法：板书。

学时分配：8 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

电流密度，电流的连续性方程，稳恒条件，电源及其电动势，简单电路，复杂电路，温差电现象。

【重点掌握】：一段含源电路的欧姆定律，基尔霍夫定律。

【掌握】：用前两章学过的观点来阐述稳恒电流的原理，由此导出一些熟悉的公式。并掌握直流电路的一些重要应用和计算方法、计算技巧。

【了解】：温差电现象。

【一般了解】：电子发射与气体导电。

【难点】：电流密度的概念，电流的连续方程，基尔霍夫方程组的运用。

第四章 恒定磁场

第一节 磁的基本现象和基本规律

第二节 载流回路的磁场

第三节 磁场的高斯定理与安培环路定理

第四节 磁场对载流导线的作用

第五节 带电粒子在磁场中的运动

第六节 电磁场的相对论变换

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：板书。

学时分配：8 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

磁的基本现象和基本规律，安培定律，磁感应强度，毕奥—萨伐尔定律，安培环路定理，安培力，载流线圈的磁矩，磁力矩，磁力的功，洛仑兹力，带电粒子在磁场中的运动。

【重点掌握】：毕奥—萨伐尔定律及应用，安培环路定理及应用，带电粒子和载流导线在磁场中受力，磁力矩。

【掌握】：电流产生磁场的原理，用什么量来描述磁场，它遵从什么样的规律。磁场对电流及运动电荷有什么作用，遵从什么规律，安培环路定理的证明。

【一般了解】：电磁场的相对论变换。

【难点】：本章中所有的叉积，安培定律，安培环路定理的证明。

第五章 电磁感应和暂态过程

第一节 电磁感应定律

第二节 动生电动势和感生电动势

第三节 互感和自感

第四节 暂态过程

第五节 灵敏电流计和冲击电流计

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：板书。

学时分配：8 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

电磁感应定律，楞次定律，趋肤效应，感应电动势，动生电动势和感生电动势，涡旋电场，电子感应加速器，自感，互感，自感磁能和互感磁能，暂态过程。

【重点掌握】：感应电动势的计算，涡旋电场的理解和计算，自感系数和互感系数的计算。

【掌握】：自感磁能和互感磁能及计算，暂态过程 LC 和 RC。

【了解】：趋肤效应，电磁阻尼。

【一般了解】：电子感应加速器原理，灵敏电流计和冲击电流计原理。

【难点】：感生电流方向的判断 非均匀磁场中感生电动势的计算。

第六章 磁介质

第一节 分子电流观点

第二节 等效的磁荷观点(不讲)

第三节 介质的磁化规律

第四节 边界条件，磁路定理

第五节 磁场的通量和通量密度

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：板书。

学时分配：8 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

介质的磁化及分子电流观点，磁化强度，磁场强度，磁化规律，顺磁质与抗磁质，铁磁质，磁介质的边界条件，磁路定理，磁场能量。

【重点掌握】：介质的磁化规律及相关公式，磁路定理，磁场的能量和能量密度。

【掌握】：磁化强度矢量，磁场强度矢量，磁化率，磁导率。

【了解】：分子电流观点，铁磁质，边界条件。

【一般了解】：磁屏蔽，等效磁荷。

【难点】：磁化强度矢量极其与磁化电流的关系，介质的磁化规律。

第七章 交流电

第一节 交流电概述

第二节 交流电路中的元件

第三节 元件的串联和并联

第四节 交流电流的复数解法

第五节 交流电的功率

第六节 谐振电路与 Q 值的意义

第七节 交流电桥

第八节 变压器原理

第九节 三相交流电

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：板书。

学时分配：14 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

谐振交流电的特征，交流电中各元件特性，串、并联关系，矢量图解法，复数解法，复电压、电流和电阻，交流电的功率(瞬时、平均、视在和无功等)，功率因数，品质因数，谐振电流，电桥，变比公式，三相交流电。

【重点掌握】：交流电中的元件特性及其串、并联关系；图解法和复数解法。

【掌握】：谐振交流电的特征，复电压、电流和电阻，交流电的功率(瞬时、平均、视在和无功等)，功率因数，三相交流电。

【了解】：品质因数，谐振电流，电桥，变比公式，电桥。

【一般了解】：交流电路的基尔霍夫方程组及其复数形式。

【难点】：矢量图解法，复数解法，交流电路的基尔霍夫方程组及其复数形式。

第八章 麦克斯韦电磁理论和电磁波

第一节 麦克斯韦电磁理论

第二节 电磁波

第三节 电磁场的能量密度与动量

第四节 似稳电路和迅变电磁场

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：板书。

学时分配：6 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

位移电流假说，麦克斯韦方程组的归纳，由麦克斯韦方程组得到简单的推论，电磁波的产生、传播和性质，电磁场的能量密度与动量，似稳条件。

【重点掌握】：位移电流假说，麦克斯韦方程组的归纳过程。

【掌握】：由麦克斯韦方程组得到简单的推论，电磁波的产生、传播和性质。

【了解】：电磁场的能量密度与动量。

【一般了解】：似稳电路和迅变电磁场。

【难点】：理解位移电流假说。

第九章 电磁学的单位制

第一节 单位制和量纲

第二节 常用的两种电磁学单位制

第三节 两种单位制中物理公式的转换

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：板书。

学时分配：2 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

单位制，物理量的量纲，MKSA 和高斯单位制，两种单位制中物理公式的转换。

【掌握】：单位制，物理量的量纲，MKSA 和高斯单位制。

【了解】：两种单位制中物理公式的转换。

【难点】：两种单位制中物理公式的转换。

制定人：

审定人：

批准人：

日期：2016.04

分子物理学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：分子物理学

所属专业：原子核物理

课程性质：基础课

学 分：3 学分

(二) 课程简介、目标与任务；

分子物理学是研究物体宏观热现象以及和微观分子运动联系的一门学科。主体讲授各种典型的宏观热现象，主要物理学工作者的思想，基本的热学模型，主要的热学定律，以及宏观热现象的微观原理；另外还有热效应的基本应用等。主要教学目标在于：让学生在在学习中体会和具备从物理现象提炼出思想模型的能力或最少是感觉，同时关注效应和原理，并在二者之间建立深入的联系。同时，也辅以必要的实例锻炼学生的计算推演能力。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课程：高等数学，为学习本课程提供了必要的数学准备；力学，从力学有关现象和原理的学习，对一般普通物理课程的学习有了一定的理解和掌握。

后续课程：原子物理学，热力学统计物理，普物实验等。

(四) 教材与主要参考书。

教材：热学，李椿编写，人民教育出版社

参考书：费曼物理讲义，理查德·费曼编写，上海科学技术出版社

原子物理学，褚圣麟编写，高教出版社

统计物理学，加州大学伯克利分校物理教程

物理学史，沈慧君编写，清华大学出版社

二、课程内容与安排

第一章 理想气体的特性

第一节 热学发展的简史

第二节 温度的度量方式

第三节 理想气体状态的实验发现

第四节 理想气体性质的若干实例

第五节 平衡态参量和涨落

(一) 教学方法与学时分配

板书讲授为主。主要以各种典型案例的形式，在实例中体现原理，伴随物理发现的路程，以分析的方式讲授；注重发现和原理的对应。每个小节基本一课时完成，共约 4 至 5 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

让学生掌握温度度量的原理、理想气体温标为何存在、理想气体的主要特性、平衡和统计涨落的共存等问题。

【重点掌握】：理想气体特性，平衡和涨落的共存

【掌握】：理想气体温标存在的物理原因

【了解】：热学历史的主要发现和主要研究方法

【一般了解】：各类温度的度量方式

【难点】：平衡和涨落的共存

第二章 分子运动论初步

第一节 原子分子假说的建立

第二节 分子运动论的发展

第三节 压强和温度的微观解释

第四节 分子力认识的发展

第五节 范德瓦尔斯的原始方法

(一) 教学方法与学时分配

板书讲授为主。注重分析分子运动论主要人物的物理思想、基本方法等，突出这一章“分子思想”的重要性。结合实例分析并展现分子思想的合理性与主要特性。突出发现的过程，注重发现和原理的对应。每个小节基本一课时完成，共约 4 至 5 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

分子运动论建立的过程、主要学派和思想。压强和温度与分子无规运动的关联。从质点分子到有力的分子的认识过渡，范德瓦尔斯分子力对碰撞的主要影响。

【重点掌握】：压强和温度与分子无规运动的关联，范德瓦尔斯分子力对碰撞的主要影响。

【掌握】：分子力的主要特性，分子运动论主要证据，主要思想。

【了解】：分子运动论建立的过程。

【难点】：范德瓦尔斯分子力对碰撞的主要影响。

第三章 速度分布律

第一节 麦克斯韦几率的观点

第二节 麦克斯韦的原始方法

第三节 速率分布律和速度的关系

第四节 分子射线技术的发展

第五节 验证麦克斯韦分布律的实验进展

第六节 类比动能分布推出势能对分布的影响

第七节 自由度的定义和实例

第八节 能量按自由度均分假说

第九节 经典均分的适用范围

(一) 教学方法与学时分配

板书讲授为主。注重分析几率思想和分子无规碰撞思想在本章的作用，按照麦克斯韦原始方法去讨论速度分布律。同时，结合重点的实验，给出对分布律的直接证实，从假说和实验证据两方面突出无规和几率思想的重要。另外，类比动能的负指数分布，也可猜测势能类似分布，结合实例证明，理解总能量的负指数分布根源。在此基础上，从碰撞随机性上分析能量均分假说，并指出适用条件。每个小节基本一课时完成，共约 8 至 9 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

几率和分子无规碰撞思想，麦克斯韦原始方法，分布律的实验证实，能量的负指数分布，能量均分假说。

【重点掌握】：几率和分子无规碰撞思想，动能和势能的负指数分布，能量均

分。

【掌握】：分布律的实验证实的主要结论。

【了解】：分布律实验的主要方法，能量均分适用条件。

【难点】：几率和分子无规碰撞思想，动能和势能的负指数分布，能量均分。

第四章 气体输运过程

第一节 分子无规则碰撞假说

第二节 平均自由程概念的提出

第三节 输运过程的宏观规律

第四节 无规碰撞对输运的解释

（一）教学方法与学时分配

板书讲授为主。结合典型案例分析分子频繁碰撞的可能性，并注重主要人物对现象的分析以及随机碰撞的物理思想。引入描述随机碰撞的主要参量：自由程和频率，深入讨论其物理含义，建立简化的分子随机碰撞模型。指出宏观的特性是由分子微观碰撞造成，从输运角度再次建立起宏观和微观的对应关系。每个小节基本一至二课时完成，共约 5 至 6 个学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

分子随机碰撞重要案例，随机碰撞的思想，自由程频率等关键量，碰撞的简化模型，宏观输运规律，以及和微观的对应关系。

【重点掌握】：自由程频率等关键量，宏观输运规律和微观的对应关系。

【掌握】：随机碰撞的思想，碰撞的简化模型，宏观输运规律。

【了解】：分子随机碰撞重要案例以及主要的物理思考。

【难点】：自由程频率等关键量，宏观输运规律和微观的对应关系。

第五章 热力学第一定律

第一节 能量守恒定律的发展历史

第二节 焦耳对热功转化的实验

第三节 功和热的基本特性和转化

第四节 热力学第一定律的导出

第五节 内能、功、热的关系

第六节 焦耳汤姆逊实验结果

第七节 基本的热力学过程，热一应用

第八节 循环过程的特性

第九节 循环过程的简化，卡诺循环特征

（一）教学方法与学时分配

板书讲授为主。以讲授物理发现和物理分析为主要方式，突出案例和思想的演化过程。以一系列物理发现为基础，提炼出热一定律，并深入讨论内能热功的关系。重点分析焦耳实验的方法和结论，讨论内能的一般性质。在理解热一定律的基础上，结合最基本的例子，计算一般热力学过程。每个小节基本一课时完成，共约 8 至 9 个学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

热一定律的实验基础，能量守恒定律的具体含义，气体内能的一般性质，热一定律的基本应用。

【重点掌握】：能量守恒定律的具体含义，热一定律的基本应用。

【掌握】：气体内能的一般性质，焦耳实验的方法和结论。

【了解】：热一定律的实验基础。

【难点】：焦耳实验的方法和结论导致对内能和热功关系的考虑。

第六章 热力学第二定律

第一节 热力学方向的实验基础

第二节 开尔文和克劳修斯表述及讨论

第三节 微观态和宏观态关联

第四节 分子几率对热方向的理解

第五节 卡诺定理和热力学温标

第六节 克劳修斯导出熵的概念

第七节 熵和分子运动几率的关系

第八节 熵增加原理

(一) 教学方法与学时分配

板书讲授为主。以案例形式分析热力学方向性的实验，在总结实验规律的基础上给出开克表述，并讨论各种表述的等价。再次建立宏观和微观的联系，在分子运动层面讨论宏观性质的演化。另，建立方向表示的数学方式，讨论熵和几率以及表观观测的一致性。每个小节基本一课时完成，共约 7 至 8 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

热力学过程方向的普遍存在，各种表观的表述方式，分子运动论的方向的关系，熵增加的物理实质，方向性的数学度量。

【重点掌握】：各种表观表述方式的等价性，分子运动和热力学方向的关系，热力学方向的数学度量。

【掌握】：热力学方向的实验证据，宏观态和微观态的对应，熵的特性。

【难点】：宏观态和微观态的对应，分子运动论的方向的关系，熵的特性，方向的数学度量。

第七章 固体和液体

第一节 晶体的周期排列

第二节 晶格的基本类型

第三节 基本晶体结合方式

第四节 晶体中粒子的热运动

第五节 液体的微观结构

第六节 液体物态性质

第七节 液体表面张力

（一）教学方法与学时分配

板书讲授为主。以了解到基本掌握的层面讲授固体和液体的基本性质，固体中以晶体为重点，液体以表面性质为重点。每个小节基本一课时完成，共约 6 至 7 个学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

晶体的周期排列，晶体结合方式，晶体中粒子热运动，液体物态和表面性质。

【重点掌握】：晶体结合方式，液体表面张力。

【掌握】：晶体的周期排列，晶体中粒子热运动。

【了解】：液体物态性质。

【难点】：晶体中粒子热运动，液体表面张力。

第八章 相变

第一节 一级相变的特征

第二节 蒸发和沸腾的特征

第三节 克拉伯龙方程及应用

第四节 范德瓦尔斯等温线

第五节 对比物态方程

第六节 固液相变的特征

第七节 三相图

（一）教学方法与学时分配

板书讲授为主。以案例形式分析一级相变的主要特征，以气液相变为例讨论相变的条件和主要特征。讨论克拉伯龙方程的导出和应用。讨论范德瓦尔斯等温线的成功和不足。简要介绍固液固气相变和三相图。每个小节基本一课时完成，共约 6

至 7 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

一级相变的主要特征, 气液相变, 克拉伯龙方程的导出和应用, 范德瓦尔斯等温线的成功和不足, 三相图。

【重点掌握】: 气液相变, 克拉伯龙方程的导出和应用。

【掌握】: 范德瓦尔斯等温线的成功和不足。

【了解】: 三相图。

【难点】: 气液相变, 范德瓦尔斯等温线的成功和不足。

第九章 复习和习题课

(一) 教学方法与学时分配

板书讲授, 从框架上回顾本课程的主体, 理清热学基本发现和基本原理, 以及重要应用, 为学生建立明确清晰的认识。共 3 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

从宏观状态和微观原理对应的方式, 讲授热学基本发现和基本原理的关系。

【重点掌握】: 理想气体, 热一定律, 热二定律, 分子运动论, 相变等。

【掌握】: 热学主要研究方法和研究目标。

【难点】: 热一定律, 热二定律, 分子运动论。

制定人: 邵剑雄

审定人:

批准人:

日期: 2016.04

原子物理学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：原子物理学

所属专业：原子核物理

课程性质：专业基础课

学分数：72 学时，4 学分

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：原子物理学是我院原子核物理专业的基础课，是学生思维从经典物理转化到近代物理的衔接课程，是确定论思维转化到几率论思维的纽带，起到承上启下的作用。要求学生了解原子物理学的研究对象、研究方法和发展过程；理解原子物理学的基本概念，包括截面、量子态、能级、光谱、角动量、磁矩、自旋等；掌握玻尔理论及其应用、电子自旋与光谱的精细结构、塞曼效应、电子的耦合与原子态、泡利不相容原理、元素周期表、 X 射线的产生机制等。

目标与任务：本课程的教学目的是使学生初步了解物质世界的结构层次，了解微观世界的结构和运动规律，逐步建立起用量子化的思想、概念、语言及思维方法来研究微观世界。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：力学、热学、光学、电磁学、高等数学、数学物理方法。高等数学和数学物理方法为原子物理学的学习提供数学工具和逻辑基础；力学、热学、光学和电磁学为原子物理学的学习提供基本的运动学和动力学概念、逻辑关系、物理量量纲、物理量相关性。

后续相关课程：量子力学、原子核物理。原子物理学中的量子化和波动性概念可以为量子力学的学习提供基础，原子物理中的物理现象可以为量子力学的应用提供素材；原子物理学中的量子态、跃迁、能级壳层结构、状态耦合、核外电子分布都可为原子核物理所用，而原子核物理中的核自旋、磁矩、电四极矩又会产生原子物理中的原子能级超精细结构，核外电子的状态与原子核的状态可以相互影响。

(四) 教材与主要参考书。

教材：杨福家著 《原子物理学》，第四版，高等教育出版社，2010 年。

参考书：褚圣麟编 《原子物理学》，人民教育出版社，1979 年；

顾建中编 《原子物理学》，高等教育出版社，1986年；

苟清泉编 《原子物理学》，高等教育出版社，第二版，1984年。

二、课程内容与安排

第零章 绪论

(一) 教学方法与学时分配

多媒体讲授，2学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

原子物理学学科定位、研究对象、研究方法、发展历史、前沿方向及其与其他学科的紧密关系；课程学习的要求、考核和考试的方式。

【掌握】：近代物理学与物理学的关系、原子物理学与近代物理学的关系、原子物理学的发展过程与前沿方向。

【了解】：原子论的形成过程，本门课程学习要求、考核和考试方式。

第一章 原子的组成与结构

第一节 原子质量和大小

第二节 原子组成—电子发现

第三节 原子结构模型

第四节 原子核大小

第五节 综述

(一) 教学方法与学时分配

以课堂讲授为主，结合专题讨论和随机针对性提问；课堂讲授采用多媒体结合板书方式。6学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

原子质量和大小的测定方法与测定结果；原子核式结构模型； α 粒子散射实验；库仑散射公式、碰撞参数；卢瑟福散射公式、截面；原子核大小及测定方法；原子核式结构模型的意义和困难。

【重点掌握】：碰撞参数和截面两个概念；库仑散射公式的推导过程和假设条件。

【掌握】：原子核式结构模型；卢瑟福散射公式的含义和适用范围。

【了解】：原子质量和大小的测定方法和测定结果；原子核大小及测定方法。

【难点】：截面和卢瑟福散射截面概念的理解

第二章 原子的量子态：玻尔模型

第一节 背景知识

第二节 玻尔模型

第三节 实验验证之一——弗兰克—赫兹实验

第四节 实验验证之二——类氢原子光谱

第五节 玻尔模型的推广

第六节 玻尔模型的成功与不足

（一）教学方法与学时分配

以课堂讲授为主，结合专题讨论和随机针对性提问；课堂讲授采用多媒体结合板书方式。12 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

黑体辐射；光电效应；氢原子光谱；玻尔模型；玻尔模型的验证（光谱和弗兰克—赫兹实验）；索末菲模型及相对论效应修正；玻尔模型的成功与不足。

【重点掌握】：量子化和光量子概念建立；定态和定态跃迁。

【掌握】：黑体辐射效应和光电效应量子解释；氢原子光谱实验规律、光谱项概念、组合原理；利用玻尔模型推导氢原子能级表达式，解释氢原子光谱实验规律，进而推广到类氢离子和类氢原子；弗兰克—赫兹实验原理；玻尔模型的成功与不足。

【了解】：索末菲模型及相对论效应修正。

【难点】：量子化和光量子概念建立。量子态和量子数概念的建立。

第三章 量子力学导论

第一节 波粒二象性

第二节 不确定关系

第三节 波函数及其统计解释

第四节 薛定谔方程

第五节 算符与平均值

第六节 量子力学应用

（一）教学方法与学时分配

以课堂讲授为主，结合专题讨论和随机针对性提问；课堂讲授采用多媒体结合板书方式。16 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

波粒二象性描述及验证; 不确定关系意义及应用; 波函数及其统计解释; 薛定谔方程的一般形式及定态形式; 算符及平均值; 利用薛定谔方程研究简单体系的状态(波函数)和能级。

【重点掌握】: 对波粒二象性和不确定关系的理解以及二者之间的联系; 几率论、波函数意义和性质; 量子态、量子数、能级简并度。

【掌握】: 利用薛定谔方程推导一维无限深势阱的波函数和能级表达式, 探讨宏观和微观, 连续和分立; 角动量算符、能量算符在直角坐标系和球坐标系中的表达式, 学会用基本算符推导其他算符; 几率流密度; 本征值、本征方程、本征波函数; 物理量平均值的计算。

【了解】: 量子力学方法给出的有限深势阱、势垒、谐振子的量子态和能级, 以及与传统观念的差异; 量子力学方法求解氢原子。

【难点】: 几率流密度; 量子态、量子数、能级简并度等量子概念的建立; 量子力学方法求解氢原子。

第四章 原子的精细结构: 电子的自旋

第一节 原子中电子运动的磁矩

第二节 正常塞曼效应

第三节 电子自旋假设

第四节 原子能级精细结构—碱金属双线

第五节 史特恩—盖拉赫实验

第六节 反常塞曼效应及其他影响原子能级的效应

第七节 氢原子能谱研究进展

(一) 教学方法与学时分配

以课堂讲授为主, 结合专题讨论和随机针对性提问; 课堂讲授采用多媒体结合板书方式。10 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

电子运动产生的轨道磁矩; 电子自旋假设; 原子能级精细结构及碱金属双线; 电子自旋假设的直接验证—史特恩—盖拉赫实验; 外磁场对原子能级的影响—正常塞曼效应、反常塞曼效应和帕邢巴克效应; 电场和运动电场对原子能级的影响; 氢

原子光谱项的修正过程。

【重点掌握】：从几率流密度出发得到电子运动轨道磁矩，消除真正轨道概念；电子自旋的内涵；磁场和磁矩之间的作用—自旋轨道相互作用产生能级精细结构、正常塞曼效应、反常塞曼效应；原子能级的表达方式。

【掌握】：碱金属双线结构产生的原因；帕邢巴克效应；氢原子光谱项的修正过程；史特恩—盖拉赫实验验证电子自旋假设。

【了解】：斯塔克效应；运动电场效应；兰姆移位。

【难点】：轨道磁矩与电子运动状态的关系；电磁场对原子状态和能级的影响。

第五章 多电子原子：泡利原理

第一节 多电子原子中电子的分布

第二节 多电子原子状态—原子态

第三节 同科电子形成的原子态

第四节 泡利不相容原理的其他应用

第五节 原子态的验证—氦原子光谱和能级

第六节 元素周期表

第七节 等电子体系莫塞莱公式

（一）教学方法与学时分配

以课堂讲授为主，结合专题讨论和随机针对性提问；课堂讲授采用多媒体结合板书方式。10 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

电离能；能量最小原理；泡利不相容原理；多电子原子中电子态、电子排布、电子组态、原子态；电子之间的相互作用—L-S 耦合和 J-J 耦合；同科电子耦合；跃迁选择定则；洪特定则和朗道间隔定则；电子耦合应用与验证—氦原子光谱和能级；原子能级壳层结构；元素周期表；等电子体系莫塞莱公式。

【重点掌握】：电子态、电子排布、电子组态、原子态等概念；电子之间的相互作用—L-S 耦合和 J-J 耦合；同科电子耦合；跃迁选择定则；洪特定则和朗道间隔定则；原子能级壳层结构。

【掌握】：电离能；能量最小原理；泡利不相容原理；氦原子光谱和能级。

【了解】：元素周期表；等电子体系莫塞莱公式。

【难点】：电子态、电子排布、电子组态、原子态等概念；L-S 耦合和 J-J 耦

合。

第六章 X 射线知识

第一节 X 射线的发现及其波性

第二节 X 射线产生的机制

第三节 特征 X 射线的应用

第四节 常用三种光源及其应用

第五节 康普顿散射

第六节 X 射线的吸收

(一) 教学方法与学时分配

以课堂讲授为主，结合专题讨论和随机针对性提问；课堂讲授采用多媒体结合板书方式。10 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

X 射线的波动性、横波属性和电磁属性验证；韧致辐射 X 射线属性；特征 X 射线的产生过程及其应用；韧致辐射、同步辐射、激光三种光源的原理、光谱特征及应用；康普顿散射；X 射线的吸收。

【重点掌握】：康普顿散射物理本质；电子状态变化与原子能级跃迁—电离、激发与退激；电磁辐射与俄歇过程；韧致辐射、同步辐射、激光三种光源的原理；原子吸收限。

【掌握】：X 射线的波动性、横波属性和电磁属性验证；相干散射与非相干散射；康普顿轮廓。

【了解】：康普顿散射与瑞利散射和拉曼散射的区别和适用范围；扩展 X 射线吸收精细结构；韧致辐射、同步辐射、激光三种光源的光谱特征及应用。

【难点】：康普顿散射与光量子性。

总结：相当于总复习，将所有学过的内容串讲一遍，按掌握和了解分类，2 学时。

习题课：讲解课后所有作业题的解题思路，2 学时。

制定人：陈熙萌

审定人：

批准人：

日期：2016.04

量子力学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：量子力学

所属专业：原子核物理

课程性质：必修

学分数：4.0 学分 72 学时

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：量子力学是研究微观粒子运动规律的物理学分支学科，是研究原子、分子、凝聚态物质，以及原子核和基本粒子的结构、性质的基础理论，它与相对论一起构成了现代物理学的理论基础。量子力学的建立不仅极大地推动了原子物理、原子核物理、光学、固体材料、化学等科学理论的发展，还引发了当代科学技术和信息产业的革命。量子力学是物理学专业的一门最重要的专业主干课程，也是原子核物理工作者从事相关科学研究不可缺少的基本知识和基本训练。

目标与任务：

(1) 掌握量子力学的基本概念和原理，了解微观世界的特殊性，认识用量子力学描述微观粒子的运动规律的必然性

(2) 运用量子力学理论去分析处理具体问题，并掌握各种计算方法，掌握量子力学解题的计算思路及相关技巧

(3) 了解量子力学在近现代物理中的广泛应用，深化和扩大学生在普通物理中学过的有关内容，以适应今后从事物理领域工作的需要

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：高等数学，线性代数，普通物理，数学物理方法，原子物理学，理论力学

后续相关课程：原子核物理学，高等量子力学

(四) 教材与主要参考书。

教材：曾谨言，《量子力学 卷 I》，科学出版社，2007

参考书：曾谨言，《量子力学导论》，北京大学出版社，1998

钱伯初，《量子力学》，高等教育出版社，2006

张永德，《量子力学》，科学出版社，2008

- 王正行, 《量子力学原理》, 北京大学出版社, 2008
- David J. Griffiths, 《量子力学概论》, (中文版、英文版) 机械工业出版社, 2011
- L. I. Schiff, 《Quantum Mechanics》, McGraw-Hill, 1968
- 朗道, 栗弗席兹, 《量子力学(非相对论理论)》, 高等教育出版社, 2008
- P. A. M. Dirac, 《量子力学原理》, 科学出版社, 2008
- 钱伯初, 曾谨言, 《量子力学习题精选与剖析》, 科学出版社, 2008
- 曹天元, 《量子物理史话》, 辽宁教育出版社, 2008

二、课程内容与安排

第一章 量子力学的诞生

第一节 经典物理学的成熟与危机

第二节 量子论的早期发展

第三节 量子力学的建立

(一) 教学方法与学时分配

部分内容已在原子物理学中涉及, 对此可做综合和概括性的评论, 通过按历史发展脉络回顾, 阐明量子力学诞生的实验基础和历史背景。作为知识拓展, 学生可课外调研电子显微镜技术发展及应用, 并进行讨论。

所需学时数: 3 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容:

经典物理学的成熟与危机, 黑体辐射与普朗克的量子论, 光电效应, 康普顿效应, 原子结构与玻尔的量子论, 德布罗意物质波, 量子力学的建立

【重点掌握】: 玻尔的量子论, 德布罗意物质波

【了解】: 十九世纪末到二十世纪初经典物理学所暴露出来的困难, 旧量子论的产生、发展及其缺陷, 明确量子论的产生是解决经典物理学中所存在的矛盾的必然结果, 而量子力学的产生又是微观粒子的波粒二象性被揭露以后量子论进一步发展的必然结果, 了解建立量子力学研究微观客体运动规律的必然性, 明确理论与实践的关系

【难点】: 德布罗意物质波的理解, 微观粒子波粒二象性概念的建立

第二章 波函数与薛定谔方程

第一节 波函数的统计诠释

第二节 薛定谔方程

第三节 态叠加原理

第四节 动表象

(一) 教学方法与学时分配

通过分析若干实验，概括出态的统计性质，从而引入量子态及概率波的概念。通过从经典能-动量关系式作算符替换，引入薛定谔方程表达式，并通过向经典力学过渡与哈密顿—雅可比方程建立联系，阐明薛定谔方程的力学基础。

所需学时数：6 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

微观粒子波粒二象性的分析，概率波与波函数的统计诠释，不确定度关系，力学量的平均值与算符的引进，薛定谔方程的引进，能量本征值与定态，薛定谔方程向经典力学的过渡，态叠加原理，动表象下的薛定谔方程。

【重点掌握】：力学量算符的概念，会用薛定谔方程求解简单的力学量平均值、能量本征值等基本问题，态叠加原理

【掌握】：明确不确定度关系是量子力学的特征之一，是微观粒子二象性的必然结果。理解波函数的统计诠释，量子态的基本概念。

【了解】：薛定谔方程的引入过程及与哈密顿—雅可比方程的联系

【难点】：波函数的统计诠释，薛定谔方程向经典力学的过渡办法，态叠加原理

第三章 一维定态问题

第一节 一维定态问题的一般特性

第二节 方势阱与分立谱

第三节 方势垒与一维散射问题

第四节 一维谐振子势

第五节 δ 势中的定态问题

(一) 教学方法与学时分配

课堂推演讲授，课后多做练习。本章为薛定谔方程对简单物理问题的求解，是对学生所学高等数学知识的一次复习和应用，课堂只讲主要步骤和结论，鼓励学生

课后自己推导掌握。作为知识拓展，学生可课外调研量子隧穿效应，并进行讨论。

所需学时数：4 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

一维定态问题的一般特性，方势阱与分立谱，方势垒与一维散射问题，一维谐振子势以及 δ 势中的定态问题

【重点掌握】：利用边值条件得出能量量子化，理解束缚态产生分立谱及一维定态的一般性质，一维定态问题的能量本征问题求解及散射态问题的穿透系数计算

【了解】：一维线性势、周期势中薛定谔方程的求解

【难点】：薛定谔方程边值问题的确定和求解

第四章 力学量用算符表达

第一节 算符的一般运算规则

第二节 厄米算符的本征值与本征函数

第三节 共同本征函数

第四节 连续谱本征函数的“归一化”

(一) 教学方法与学时分配

本章属量子力学的重点内容，课堂需详细推演讲授，学生课后多做练习巩固各种基本的量子力学概念及性质。对于算符的引入及其各种运算规则的推导，需要配合多个实例来说明。

所需学时数：8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

算符的一般运算规则，厄米算符的本征值与本征函数，共同本征函数，对易力学量完全集，连续谱本征函数的“归一化”

【重点掌握】：力学量算符的表示及其性质，线性算符，厄米算符的含义，算符的运算法则，厄米算符本征函数的特征，动量和坐标的对易关系，两个力学量可以同时确定的条件，共同本征函数的求解及对易力学量完全集的确定

【掌握】：明确不确定度关系是量子力学的特征之一，是微观粒子波粒二象性的必然结果。学会将连续谱本征函数“归一化”

【难点】：两个力学量可以同时确定的条件，量子体系力学量的完全集

第五章 力学量随时间的演化与对称性

第一节 力学量随时间的演化

第二节 量子力学三种常用图像

第三节 守恒量与对称性的关系

第四节 全同粒子体系的量子力学处理

(一) 教学方法与学时分配

课堂推演讲授，适当举例说明，课后多做练习。作为知识拓展，学生可课外调
研玻色—爱因斯坦凝聚现象，并进行讨论。

所需学时数：6 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

力学量随时间演化及量子体系的守恒量，能级简并与守恒量的关系，Ehrenfest
定理，量子力学三种常用图像，守恒量与对称性的关系，全同粒子体系的量子力学
处理，泡利原理

【重点掌握】：量子力学守恒量与经典力学守恒量概念的区别，由量子体系对
称性确定守恒量，泡利原理

【掌握】：量子力学三种常用图像之间的关系，全同玻色子和全同费米子体系
的不同处理办法，全同粒子体系的波函数结构

【难点】：能级简并与守恒量之间的关系，守恒量与对称性的关系，微观粒子
统计性质与宏观经典粒子统计性质的区别

第六章 中心力场

第一节 中心力场中粒子运动的一般性质

第二节 球方势阱

第三节 三维各向同性谐振子

第四节 氢原子

(一) 教学方法与学时分配

授课过程中应强调定态薛定谔方程对中心力场综合应用及处理方法，注重对结
果的讨论和与原子物理中的结果的比较。必要时需要复习数学物理方法知识。从本
章起主要讲授内容转为量子力学在不同物理问题中的应用，因此需结合具体的物理
现象说明量子力学的可靠性与优越性。

所需学时数：6 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容:

中心力场中粒子运动的一般性质, 球方势阱问题的求解, 三维各向同性谐振子问题的求解, 氢原子薛定谔方程的严格求解

【重点掌握】: 中心力场的一般性质, 角动量守恒与径向方程, 球方势阱、三维各向同性谐振子波函数和能级的计算, 氢原子光谱理解

【掌握】: 氢原子波函数和能级的计算

【难点】: 分立能级的导出

第七章 粒子在电磁场中的运动

第一节 电磁场中荷电粒子的薛定谔方程

第二节 朗道能级

第三节 正常塞曼效应

第四节 超导现象

(一) 教学方法与学时分配

本章为量子力学知识的典型应用, 课堂上可简要概述, 学生课后通过自学和做练习巩固。作为知识拓展, 学生可课外调研超导现象与量子霍尔效应, 并进行讨论。

所需学时数: 2 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容:

电磁场中荷电粒子薛定谔方程, 朗道能级, 正常塞曼效应, 超导现象

【重点掌握】: 电磁场中荷电粒子的薛定谔方程, 正常塞曼效应的物理解释

【了解】: 超导现象与量子霍尔效应

【难点】: 电磁场规范不变性的理解

第八章 表象变换与量子力学的矩阵形式

第一节 量子态的不同表象 幺正变换

第二节 力学量(算符)的矩阵表示与表象变换

第三节 量子力学的矩阵形式

第四节 狄拉克符号

(一) 教学方法与学时分配

本章讲述量子力学的矩阵形式表述, 有一定难度, 课堂推演讲授时需配合举例说明, 并结合前面所讲量子力学的波动力学内容讲解。课后学生需要多思考并做练

习巩固。

所需学时数：4 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

量子态的不同表象，么正变换，力学量（算符）的矩阵表示与表象变换，量子力学的矩阵形式，狄拉克符号

【重点掌握】：量子力学的矩阵形式，力学量（算符）的矩阵表示，狄拉克符号及运算规则

【掌握】：表象理论及表象变换

【难点】：量子力学的矩阵形式及表象理论，狄拉克符号及运算规则

第九章 自旋

第一节 电子自旋

第二节 总角动量

第三节 碱金属原子光谱的双线结构与反常塞曼效应

第四节 二电子体系的自旋态

第五节 原子及原子核的壳结构

(一) 教学方法与学时分配

本章为量子力学知识的重点应用，课堂推演讲授时要理论结合实验现象来详细说明，学生课后需要多做练习。作为知识拓展，学生可课外调研纠缠态概念，量子佯谬及量子信息等前沿进展，并进行讨论。

所需学时数：8 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

电子自旋态及自旋算符的引入，自旋—轨道耦合及总角动量本征态，碱金属原子光谱的双线结构与反常塞曼效应，二电子体系的自旋态，原子及原子核的壳结构

【重点掌握】：电子自旋算符，本征值及表示、泡利算符性质，泡利矩阵、自旋存在下的波函数和算符的表示，自旋与外磁场耦合，自旋—轨道耦合

【掌握】：碱金属的双线结构及反常塞曼效应的现象及形成原因，自旋—自旋耦合，自旋为 $1/2$ 的两粒子总自旋波函数，理解原子及原子核的壳结构的形成原因

【难点】：自旋概念及数学描述，自旋—轨道耦合

第十章 力学量本征值的代数解法

第一节 薛定谔因式分解法

第二节 角动量的一般性质

第三节 两个角动量的耦合 CG 系数

(一) 教学方法与学时分配

本章为量子力学知识的重点应用，系统讲述角动量性质及耦合理论，是研究原子及原子核等微观体系性质的基础，课堂需详细推演讲授，课后练习掌握，结合实际原子或原子核物理问题加深理解。

所需学时数：6 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

薛定谔因式分解法，角动量的本征值与本征态，两个角动量的耦合问题，CG 系数

【重点掌握】：升、降算符运算规则，角动量的一般性质，两个角动量合成规则

【掌握】：谐振子哈密顿量的因式分解法，多个角动量合成规则

【难点】：角动量耦合规则

第十一章 束缚定态微扰论

第一节 一般讨论

第二节 非简并态微扰论

第三节 简并态微扰论

(一) 教学方法与学时分配

课堂上可推演讲授主要理论框架，学生课后通过自学与练习并结合原子或原子核物理实际应用理解巩固。

所需学时数：4 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

非简并态微扰论，简并态微扰论

【重点掌握】：非简并定态微扰论，能级一级，二级修正，波函数一级修正的计算

【了解】：理解定态微扰论的思想方法，了解定态微扰和非定态微扰各主要用

于解决什么问题，简并态微扰论的计算，用简并态微扰论解释斯塔克效应

【难点】：简并态微扰论的计算

第十二章 量子跃迁

第一节 量子态随时间的演化

第二节 量子跃迁 含时微扰论

第三节 能量—时间不确定度关系

第四节 光的吸收与辐射的半经典处理

（一）教学方法与学时分配

含时间的微扰应以建立跃迁概念为主，课堂上可推演讲授主要理论框架，学生课后通过自学练习并结合原子或原子核物理实际应用理解巩固。

所需学时数：5 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

量子态随时间的演化，量子跃迁，含时微扰论，能量—时间不确定度关系，光的吸收与辐射的半经典处理

【重点掌握】：量子跃迁概念，哈密顿量不含与含时间的体系量子态随时间的演化，量子跃迁几率

【掌握】：量子跃迁理论与不含时微扰论的关系，含时微扰论，能量—时间不确定度关系

【难点】：含时微扰理论

第十三章 散射理论

第一节 散射现象的一般描述

第二节 波恩近似

第三节 全同粒子的散射问题

第四节 分波法

（一）教学方法与学时分配

课堂上可推演讲授主要理论框架，学生课后通过自学练习并结合原子或原子核物理实际应用理解巩固。

所需学时数：6 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

散射现象的一般描述, Lippman-Schwinger 方程, 波恩近似, 全同粒子的散射问题, 分波法。

【重点掌握】: 定态散射波函数、散射振幅和散射截面、波恩近似下的散射振幅

【掌握】: 分波法、全同粒子的对称、反对称散射截面

【难点】: 定态散射波函数、散射振幅和散射截面、波恩近似、分波法

第十四章 其他近似方法

第一节 变分原理及其应用

第二节 化学键的量子力学定性描述

第三节 费米气体模型

(一) 教学方法与学时分配

课堂上可推演讲授主要理论框架, 学生课后通过自学练习并结合原子或原子核物理实际应用理解巩固。本章仅作了解, 若课时不够可略讲。

所需学时数: 4 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容:

变分原理及其应用, Hartree 自洽场, 独立粒子模型, 化学键的量子力学定性描述, 费米气体模型

【重点掌握】: 变分原理, 用变分法求基态能级及近似波函数

【了解】: Hartree 自洽场, 独立粒子模型, 费米气体模型

【难点】: 变分原理

制定人: 孙保元

审定人:

批准人:

日期: 2016.04

电动力学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：电动力学

所属专业：原子核物理

课程性质：专业基础课

学时学分：72 学时， 4 学分

(二) 课程简介、目标与任务；

电动力学是物理学科的一门重要基础理论课，是物理学的“四大力学”之一。电动力学主要研究电磁场的基本性质，运动规律以及与带电物质之间的相互作用。

课程目标：

1. 学习处理电磁问题的一般理论和方法
2. 学习狭义相对论的理论和方法

课程任务：

1. 电磁场的基本规律
2. 静电问题和静磁问题
3. 电磁波的辐射和传播
4. 狭义相对论的概念和理论的数学形式

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课程：普通物理电磁学，数学物理方程。普通物理电磁学是学习电动力学的物理基础，电磁学课程采用大学物理惯用的体系，从总结众多的电磁现象，最终总结得到麦克斯韦方程组；而电动力学的逻辑体系则是从麦克斯韦方程组出发，推导演绎出丰富多彩的电磁现象。电动力学中需要解泊松方程、拉普拉斯方程、赫姆霍兹方程以及达朗贝尔方程，需要学生受过坚实的数学物理方程课程的学习。

电动力学的后续课程：为量子电动力学和量子场论。需要结合电动力学与量子力学的内容，从而解决微观领域电磁相互作用规律。

(四) 教材与主要参考书。

教材：《电动力学》，郭硕鸿 著，高等教育出版社（2008 年第三版）。

主要参考书：

- (1) 《电动力学》，汪映海 著，兰州大学出版社（1995 年第一版）；

- (2) 《电动力学》，虞福春 郑春开 著，北京大学出版社（1992 年第一版）；
- (3) 《电动力学教程》，赵玉民 著，科学出版社（2016 年第一版）；
- (4) 《Introduction to Electrodynamics》，David J.Griffiths, 世界图书出版社（1999 第三版）；
- (5) 《电动力学题解》林璇英、张之翔 科学出版社（1999）。

二、课程内容与安排

- 第一章 电磁现象的普遍规律 (12 课时)
 - 第一节 电荷和电场 (2 课时)
 - 第二节 电流和磁场 (2 课时)
 - 第三节 麦克斯韦方程组 (2 课时)
 - 第四节 介质的电磁性质 (2 课时)
 - 第五节 电磁场边值关系 (2 课时)
 - 第六节 电磁场的能量和能流 (2 课时)
- 第二章 静电场 (12 课时)
 - 第一节 静电场的表示及其微分方程 (2 课时)
 - 第二节 唯一性定律 (2 课时)
 - 第三节 拉普拉斯方程 (2 课时)
 - 第四节 镜像法 (2 课时)
 - 第五节 格林函数 (2 课时)
 - 第六节 电多极矩 (2 课时)
- 第三章 静磁场 (8 课时)
 - 第一节 矢势及其微分方程 (2 课时)
 - 第二节 磁标势 (2 课时)
 - 第三节 磁多极矩 (1 课时)
 - 第四节 A-B 效应 (1 课时)
 - 第五节 超导体的电磁性质 (2 课时)
- 第四章 电磁波的传播 (8 课时)
 - 第一节 平面电磁波 (2 课时)
 - 第二节 电磁波在介质截面上的反射和折射 (2 课时)
 - 第三节 有导体存在时电磁波的传播 (2 课时)
 - 第四节 谐振腔 (1 课时)
 - 第五节 波导 (1 课时)
- 第五章 电磁波的辐射 (12 课时)
 - 第一节 电磁场的矢势和标势 (1 课时)
 - 第二节 推迟势 (1 课时)
 - 第三节 电偶极辐射 (2 课时)

第四节 磁偶极辐射和电四极辐射 (2 课时)

第五节 天线辐射 (2 课时)

第六节 电磁波的衍射 (2 课时)

第七节 电磁场的动量 (2 课时)

第六章 狭义相对论 (12 课时)

第一节 相对论的实验基础 (1 课时)

第二节 相对论的基本原理 (1 课时)

第三节 相对论的时空理论 (2 课时)

第四节 相对论理论的四维形式 (2 课时)

第五节 电动力学的相对论不变性 (2 课时)

第六节 相对论力学 (2 课时)

第七节 相对论分析力学 (2 课时)

第七章 带电粒子和电磁场的相互作用 (8 课时)

第一节 运动带电粒子的势和辐射电磁场 (2 课时)

第二节 高速运动带电粒子的辐射 (2 课时)

第三节 辐射的频谱分析 (1 课时)

第四节 切连科夫辐射 (1 课时)

第五节 带电粒子的电磁场对粒子本身的反作用 (1 课时)

第六节 电磁波的散射和吸收 (1 课时)

(一) 教学方法与学时分配

第一章从库仑定律出发, 引入电场强度的概念, 进而研究其散度(高斯定理)及散度。从安培定理出发, 引入磁感应强度的概念, 进而研究其旋度和散度。通过介绍麦克斯韦位移电流假说与法拉第电磁感应定律, 将静电场与静磁场的散度与旋度方程过度到变化电磁场情形, 从而建立了真空中的麦克斯韦方程组。进一步研究各项同性介质中的麦克斯韦当成组, 介绍介质的电磁性质方程。两种介质截面上的麦克斯韦当成组方程组的表现形式即截止的边值关系。最后从能量交换与转换的角度介绍电磁场的能量和能流。学时分配见章节目录。

第二章将麦克斯韦当成组应用到最简单的情况——静电场。得到泊松方程, 在没有自由电荷分布的空间变为拉普拉斯方程。通过解这些方程研究静电场的性质。

第三章将麦克斯韦当成组应用到稳恒电流形成静磁场的情形, 讲授方法与第二章类似。

第四章电磁波的传播，首先由麦克斯韦方程组推导出电磁场运动的赫姆霍兹方程，通过解该方程研究介质中和导体中介面上电磁波的反射和折射性质。之后谐振腔和波导管则是两个应用。

第五章电磁波的辐射，首先理解电磁场用磁场的矢势和电场的标势来表达的必要性，接着导出势所表达的电磁场方程——达朗贝尔方程，深入理解方程的解（推迟势）的物理意义。然后研究几种特殊的重要的电磁辐射。

第六章狭义相对论是电动力学非常重要的内容。首先由迈克耳孙-莫雷实验出发，提出经典时空的困惑，引出爱因斯坦建立狭义相对论的两个基本原理。由基本原理出发，介绍间隔的概念。由间隔不变性导出洛伦兹变换，有洛伦兹变换出发，研究时空性质，以及思维形式的电动力学及力学规律。得出电磁场张量的表达式，深入理解其意义。最后介绍相对论分析力学，作为对该章内容的进一步提升。

第七章带电粒子和电磁场的相互作用，可以看出宏观电动力学的用于微观粒子的电磁作用时，可以解决部分问题，但有其局限性，需要进一步发展为量子电动力学。

（二）内容及基本要求

主要内容：

电磁现象的普遍规律、麦克斯韦方程组、静电场、电磁波的传播和辐射及狭义相对论、带电粒子和电磁场的相互作用。

【重点掌握】：麦克斯韦方程组、静电场、电磁波的传播和辐射及狭义相对论。

【掌握】：库仑定律、高斯定理、电荷守恒定律、毕奥-萨伐尔定律、法拉第电磁感应定律、静磁场

【了解】：谐振腔、波导管、频谱分析

【一般了解】：带电粒子与电磁场的相互作用、电动力学的历史

【难点】：电磁场的边值关系、狭义相对论

制定人：张鸿飞

审定人：

批准人：

日期：2016.04

热力学统计物理课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：热力学·统计物理

所属专业：原子核物理

课程性质：基础理论课

学 分：4 学分

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：热力学·统计物理是物理类专业的专业基础课程之一。该课程由热力学和统计物理两部分内容组成，分别从宏观、微观两种角度系统讲授了热运动的基本规律及与热现象相关的物理性质。热力学是基于热力学基本定律拓展出来的公理化热力学体系，给出物质各种宏观热力学量之间的关系；统计物理深入到热运动的本质，为各种宏观理论提供依据。受学时限制，本课程将主要针对平衡态均匀系统进行讲授，且统计部分的涨落理论根据学时要求只作简要介绍。

目标与任务：该课程的主要任务是让学生熟练掌握热力学和统计物理的基本原理和研究方法以及两者之间的关系，并能够运用它们来解决一些典型物质系统的热力学性质。通过该课程的学习使学生初步建立分析微观世界的思路和方法，并培养学生分析问题、解决问题的能力，使理论分析能力得到必要的锻炼，为进一步学习打下牢固的基础。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：概率论、数学物理方法、热学、理论力学（尤其是分析力学），并与量子力学平行讲授。

后续相关课程：原子核物理。

(四) 教材与主要参考书。

教材：汪志诚，《热力学·统计物理》（第四版），高等教育出版社，2008

参考书：王竹溪，《热力学简程》，高等教育出版社，1964

王竹溪，《统计物理导论》，高等教育出版社，1964

苏汝铿，《统计物理学》，高等教育出版社，2004

二、课程内容与安排

第一章 热力学的基本规律

第一节 热力学基本概念

第二节 热力学第零定律与温度

第三节 热力学第一定律与内能

第四节 热力学第二定律与熵

第五节 热力学函数、最大功原理

(一) 教学方法与学时分配

课时分配：8 学时；教学方法：课堂讲授为主，回顾热学内容的同时，提升大家对基本概念及规律的认识。

(二) 内容及基本要求

【重点掌握】：

1. 基本概念的理解和把握：平衡态、物态方程、准静态过程中的微功、热力学过程、热量、不可逆过程、熵、熵增加原理、熵变、自由能、吉布斯函数等。
2. 热力学定律的理解以及热力学量的引入。

【掌握】：卡诺定理、热力学温标。

【难点】：准静态过程、循环过程能量转化、卡诺定理、热力学第二定律、不可逆过程、克劳修斯等式和不等式、熵增加原理。

第二章 均匀体系的热力学性质

第一节 Maxwell 关系式

第二节 理想气体与 van der Waals 气体

第三节 特性函数与 Massieu 定理

(一) 教学方法与学时分配

课时分配：8 学时；教学方法：课堂讲授、讨论，加强理论推导能力的训练。

(二) 内容及基本要求

【重点掌握】：

1. Maxwell 关系式及其作用、热力学基本函数的确定。
2. 特性函数与 Massieu 定理的理解。

【掌握】：热力学基本函数的确定的原则。

【难点】：热力学系统的 Maxwell 关系式的深刻理解、Massieu 定理的物理意义、特性函数的确定等。

第三章 热力学相变

第一节 热动平衡判据

第二节 单元系开系热力学性质

第三节 热力学相变理论

第四节 多元系开系热力学性质

第五节 混合理想气体的性质

第六节 热力学第三定律

(一) 教学方法与学时分配

课时分配：12 学时；教学方法：课堂讲授为主，重点放在对热动平衡的理解，并基于此逐步引入单、多元复相平衡条件和平衡稳定性条件。作为具体应用，深刻理解热力学相变及混合气体。

(二) 内容及基本要求

【重点掌握】：热动平衡判据、开系的基本方程、单、多元复相平衡条件和平衡稳定性条件、相变理论、吉布斯相律、吉布斯佯谬。

【掌握】：艾伦菲斯特公式的推导、热力学第三定律。

【难点】：热动平衡判据、虚变动；平衡条件和平衡稳定条件分析、吉布斯佯谬等。

第四章 经典 Boltzmann 统计

第一节 模型

第二节 最概然分布

第三节 热力学统计表达式

第四节 理想气体

(一) 教学方法与学时分配

课时分配：8 学时；教学方法：课堂讲授、讨论，重点剖析基本概念，加深对微观方法的转变。

(二) 内容及基本要求

【重点掌握】：最概然分布及热力学统计表达式的推导。

【掌握】：经典 Boltzmann 统计模型。

【难点】：配分函数及其物理意义、求配分函数的方法。

第五章 半经典 Boltzmann 统计

第一节 经典 Boltzmann 统计的量子过渡

第二节 热力学统计表达式

第三节 理想气体与 Einstein 模型

(一) 教学方法与学时分配

课时分配:6 学时;教学方法:课堂讲授、讨论,重点剖析半经典与经典 Boltzmann 统计的区别和联系。

(二) 内容及基本要求

【重点掌握】: 最概然分布及热力学统计表达式的推导、半经典与经典 Boltzmann 统计的区别和联系。

【掌握】: 经典 Boltzmann 统计的量子过渡。

【难点】: 经典 Boltzmann 统计的量子过渡。

第六章 量子统计

第一节 热力学统计表达式

第二节 理想量子气体 (高温)

第三节 Bose-Einstein 凝聚

第四节 金属中的自由电子气体

(一) 教学方法与学时分配

课时分配:8 学时;教学方法:课堂讲授、重点剖析量子与经典统计的异同,加深对量子统计的理解。

(二) 内容及基本要求

【重点掌握】:

1. 公式演绎:玻色统计和费米统计的巨配分函数。
2. 量子效应的理解: Bose-Einstein 凝聚、光子气体与普朗克公式、自由电子气体等。

【掌握】:

弱简并问题。

【难点】:

Bose-Einstein 凝聚的化学势、光子气体的问题、零温费米分布函数、巨配分函数。

第七章 系综理论

第一节 系综概述

第二节 微正则系综

第三节 正则系综

第四节 巨正则系综

第五节 近独立粒子

第六节 热力学第三定律的统计描述

第七节 van der Waals 气体

第八节 Debye 模型

第九节 一维 Ising 模型

(一) 教学方法与学时分配

课时分配：20 学时；教学方法：课堂讲授、讨论。

(二) 内容及基本要求

【重点掌握】：

1. 概念的理解：相空间、系综的概念，系统微观运动状态的描述，刘维尔定理的物理意义等概率原理的理解等。
2. 三种分布的处理方法的应用以及它们区别与联系。
3. 系综理论与近独立粒子体系之间的关系。

【掌握】：

近独立粒子，并与前面的学习形成对照，一维 Ising 模型。

【难点】：

对相空间、系综等概念的理解、微正则分布、正则分布、巨正则分布的处理方法等。

第八章 涨落的准热力学理论简介

(一) 教学方法与学时分配

课时分配：2 学时；教学方法：课堂讲授、讨论。

(二) 内容及基本要求

【掌握】：

涨落的理解、公式的推导。

【了解】：

与热动平衡之间的关系。

【难点】：
公式的推导。

制定人：顾怀强

审定人：

批准人：

日 期：2016.4

理论力学课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

本课程名称理论力学。为专业核科学与技术学院设置。课程性质为物理系专业本科生，尤其是理论物理学生必修课程。也是数学专业学生参考书。按照规定 54 学时；学分数为 3 个。

(二) 课程简介、目标与任务；

本科课程是物理系学生的必修课、也是数学和工程类学生的参考课。主要论述 17 世纪牛顿物理，它的理论，发展以及与其他物理课程的联系。目标与任务是培养物理的逻辑思维能力；自然界最基本的自然规律。它是物理学生的必备课程。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课程要求为高等数学以及平行学习线性代数，当然具有一些初等微分几何和矢量分析课程更为有利。通过它的学习可以为其他物理，尤其是近代相对论课程都有直接关系。是人类自觉认识自然改造自然的有利武器。

(四) 教材与主要参考书。

教材选用有王瑞平主编《理论力学》（国防工业出版社，北京. 2013 年 2 月）

主要参考书可以为其他单位使用的教科书，但最好牛顿原著《自然哲学之数学原理》和爱因斯坦《相对论》引言部分作为课外读物。

二、课程内容与安排

本课程安排课时为 54 学时。学时章节有九章，目录如下

- 第一章 质点运动学
 - 第一节 物体的（机械）运动描述
 - 第二节 直角坐标系中速度，加速度的求法
 - 第三节 极坐标系中速度，加速度的求法
 - 第四节 自然坐标系中速度，加速度的求法
 - 第五节 复合运动（一）——平动参照系
- 第二章 质点动力学（牛顿力学）
 - 第一节 质点运动定律（牛顿定律）
 - 第二节 质点运动微分方程（动力学方程）
 - 第三节 非惯性动力学——直线匀加速参照系
 - 第四节 功与能
 - 第五节 动力学基本定理
 - 第六节 势能图
- 第三章 有心力与万有引力——要求列出章节名太阳系行星的运动
 - 第一节 有心力的性质和比耐公式
 - 第二节 万有定律
 - 第三节 开普勒行星运动定律和万有引力定律解释
 - 第四节 宇宙速度——空间科学技术
 - 第五节 星光弯曲问题
- 第四章 质点（系）组力学
 - 第一节 质点系基本概念
 - 第二节 质点系运动定理与守恒律（L-系）
 - 第三节 在质心系中的运动定理与守恒律（C-系）
 - 第四节 两体问题——折合质量
 - 第五节* 两体问题——两体碰撞
 - 第六节* 两体问题——质心坐标系与实验室坐标系
 - 第七节 变质量物体的运动方程
 - 第八节* 火箭发射——空间科学技术
- 第五章 刚体运动的描述与力学属性
 - 第一节 刚体的一般运动描述
 - 第二节 欧勒角与转动坐标变换

- 第三节 欧勒运动学方程
- 第四节 惯性张量和转动惯量
- 第五节 惯量椭球与惯量主轴
- 第六章 刚体力学
- 第一节 刚体运动力学方程与平衡方程
- 第二节 刚体平动与绕固定轴的转动
- 第三节 刚体平面平行运动
- 第四节 刚体绕固定点的转动
- 第七章 复合运动（二）——（转动参照系）
- 第一节 平面转动参照系
- 第二节* 空间转动参照系
- 第三节 非惯性动力学（转动坐标系）
- 第四节* 地球自转所产生的影响
- 第八章 拉格朗日力学
- 第一节 广义坐标 q 空间
- 第二节 虚功原理
- 第三节 拉格朗日方程
- 第四节 力学守恒量 拉格朗日方程首次积分
- 第五节 小振动问题
- 第九章 哈密顿力学
- 第一节 哈密顿力学原理
- 第二节 哈密顿正则方程 μ 空间
- 第三节 经典力学中的守恒量 and 对称性
- 第四节* 泊松括号与泊松定理
- 第五节 正则变换
- 第六节 哈密顿-雅科毕理论
- 第七节* 相积分（作用变量）与角变量 W 空间

.....

（一）教学方法与学时分配：

作为 36 学时课程，章节中带*部分为学生自学部分。一般牛顿力学（前七章）和分析力学（后第八、九章）分配时间 2:1。各章后有习题，一般要求各章习题 6

道题左右。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

从近代物理学角度出发，论述牛顿定律、万有引力和时空观。特别是牛顿提出的时空观是以往理论物理教学所回避的，这是本书的特色。

【重点掌握】： 牛顿三大运动定律，万有引力定律以及他的时空观理论。拉格朗日力学和哈密顿力学原理和方法。从质点，质点组到刚体的运动描述和数学处理方法。

【掌握】： 自然界基本（机械）运动规律；物理学单位，普适常数的重要性；求解物理问题的规范性标准型。

【了解】： 本课程与数学的关系。

【一般了解】： 目前发展的一些前沿问题，如暗物质等。

【难点】： 关键还是态度。

制定人：王瑞平

审定人：

批准人：

日期：2016.04

数学物理方法课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程中文名称：数学物理方法

课程英文名称：Mathematical Methods of Physics

所属专业：原子核物理

课程性质：专业基础必修课

学分：4

(二) 课程简介、目标与任务；

本课程为核物理相关专业所开设。本课程在高等数学、线性代数和普通物理的基础上，讲授物理中的常用数学方法。讲授内容分为两个部分，第一部分，在简要介绍复数理论后，引入复空间的概念，关注复数与矢量之间的联系。对于复变函数的泰勒级数、洛朗级数进行了较为详细的讨论，并强调利用复变函数理论进行积分运算；第二部分，教授数学物理方程，介绍常微分方程级数解法，强调数学物理方程的导出、平面坐标系下的分离变量和正交曲面坐标下的分离变量方法和定解问题的求解；介绍拉普拉斯变换、傅里叶变换、行波法、级数法和格林函数法。

本课程为后继的相关的专业课程做准备，也为今后工作中遇到的数学物理问题求解提供基础。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

高等数学、线性代数、普通物理等课程是《数学物理方法》数学和物理基础。

后续相关课程：量子力学、电动力学、热力学与统计物理学、核电子学、原子核物理等。

(四) 教材与主要参考书。

书名	作者	出版社
数学物理方法（第三版）	梁昆淼	高等教育出版社
数学物理方法(第二版)	陆全康	电子工业出版社
数学物理方法(第二版)	汪德新	科学出版社
数学物理方法	郭敦仁	人民教育出版社

数学物理方法(物理类专业用)(第二版)	姚端正	武汉大学出版社
数学物理方法	吴崇试	北京大学出版社
高等数学教程(二卷三分册)	B. И. 斯米尔诺夫著; 孙念增译 叶彦谦译	
数学物理方法	R·柯朗等著	
理中的数学方法	李政道	

二、课程内容与安排

第一章 复变函数与解析函数

第一节 复数

第二节 复变函数

第三节 复变函数的微商

第四节 解析函数

第五节 平面标量场

第六节 多值函数

(一) 教学方法与学时分配

本章共 4 学时, 其中第一、二节 1 个学时, 第三节 2 个学时, 第五、六节 1 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

主要讲述复平面内复数的概念, 复变函数的概念, 复变函数微商的定义、充要条件, 解析函数的定义及函数解析的充要条件。

【重点掌握】: 函数可导与解析的充分必要条件。

【掌握】: 复数的指数表示法, 欧拉公式, 调和函数, 复势。

【了解】: 黎曼面

第二章 复变函数的积分

第一节 复变函数积分概念、性质

第二节 柯西定理

第三节 柯西公式

(一) 教学方法与学时分配

本章共 3 学时，其中第一、二节 2 个学时，第三节 1 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

柯西定理、柯西公式。

【重点掌握】：单连通区域的柯西定理、柯西公式。

【掌握】：复连通区域的柯西定理、柯西公式。

第三章 复变函数级数

第一节 复数项级数

第二节 幂级数

第三节 泰勒级数展开

第四节 洛朗级数展开

第五节 孤立奇点的分类

(一) 教学方法与学时分配

本章共 4 学时，其中第一、二、三节 2 个学时，第四、五节 2 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：幂级数、泰勒定理，洛朗定理，孤立奇点的分类。

【重点掌握】：泰勒定理，洛朗定理。

【掌握】：幂级数敛散性判别、孤立奇点的分类

第四章 留数理论

第一节 留数定理

第二节 应用留数定理求解实变函数的定积分

(一) 教学方法与学时分配

本章共 2 学时，第一节 2 个学时，第二节 3 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

留数定理、利用留数理论计算实变函数积分。

【重点掌握】：留数定理、利用留数理论计算三类实变函数积分。

【掌握】：留数求法

第五章 数学物理定解问题

第一节 数学物理方程得导出

第二节 定解条件

第三节 数学物理方程分类

(一) 教学方法与学时分配

本章共 5 学时，第一节 3 个学时，第二、三节 2 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

波动方程、输运方程、泊松方程（拉普拉斯方程）的导出，定解条件。

【重点掌握】：定解问题的确定。

【掌握】：三类方程的导出。

第六章 分离变量法

第一节 齐次方程的分离变量法

第二节 非齐次方程的分离变量法

第三节 非齐次边界条件的处理

(一) 教学方法与学时分配

本章共 5 学时，第一节 2 个学时，第二、三节 3 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

用分离变量法求解偏微分方程。

【重点掌握】：用分离变量法求解齐次方程。

【掌握】：用分离变量法求解非齐次方程。

【难点】：非齐次边界条件的处理。

第七章 行波法

第一节 无界弦的自由振动

第二节 半无限长弦的自由振动

第三节 齐次化原理

第四节 三维无界空间的自由振动

(一) 教学方法与学时分配

本章共 5 学时，第一节 2 学时，第二、三节 2 学时，第四节 1 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

用行波法求解偏微分方程。

【重点掌握】：行波法的物理原理。

【掌握】：齐次化原理。

【了解】：三维波动方程的泊松公式。

第八章 积分变换及积分变换法

第一节 傅里叶变换的概念、性质

第二节 用傅立叶变换法求解偏微分方程

第三节 拉普拉斯变换的概念、性质

第四节 用拉普拉斯变换法求解偏微分方程

(一) 教学方法与学时分配

本章共 10 学时，其中第一节 3 个学时，第二节 2 个学时，第三节 3 个学时，第四节 2 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

用变换法求解偏微分方程。

【重点掌握】：用傅里叶变换和拉普拉斯变换求解偏微分方程。

【掌握】：傅里叶和拉普拉斯变换的性质。

【难点】：卷积定理。

第九章 格林函数法

第一节 格林函数

第二节 无界空间格林函数的基本解

第三节 非其次方程的格林函数

第四节 格林公式

第五节 泊松方程的积分解、边值问题

第六节 泊松方程的基本解

(一) 教学方法与学时分配

本章共 5 学时。第一、二节 2 学时，第三、四节 2 学时，第五、六节 1 学时

(二) 内容及基本要求

主要内容：

用格林函数法原理和应用。

【掌握】：格林函数法原理。

【了解】：格林函数法在物理问题中的应用。

【难点】：格林函数法原理。

第十章 二阶常微分方程级数解法

第一节 常点邻域上的级数解法

第二节 正则奇点邻域上的级数解法

第三节 本征值问题。

(一) 教学方法与学时分配

本章共 4 个学时，第一节 2 学时，第二、三节 2 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

常点和正则奇点的邻域上的级数解法。

【重点掌握】：常点的邻域上的级数解法。

【掌握】：正则奇点的邻域上的级数解法。

第十一章 斯特姆-刘维 (S-L) 型方程的固有值问题

第一节 S-L 型方程

第二节 边界条件

第三节 正交性、非负性、完备性

(一) 教学方法与学时分配

本章共 2 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

S-L 型方程的性质。

【重点掌握】：S-L 型方程的性质。

第十二章 球函数

第一节 拉普拉斯方程在球坐标系中的求解

第二节 勒让德和连带勒让德函数的性质

第三节 母函数

第四节 球函数的应用

(一) 教学方法与学时分配

本章共十个学时，第一节 4 学时，第二节 4 学时，第三节 2 学时，第四节 2 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

球坐标系中拉普拉斯方程的分离变量，勒让德函数、连带的勒让德函数。

【重点掌握】：

球坐标系中拉普拉斯方程的分离变量，勒让德函数函数的性质，轴对称物理问题。

【了解】：

一般球函数，非轴对称物理问题。

【难点】：

拉普拉斯方程的级数求解。

第十三章 柱函数

第一节 拉普拉斯方程在柱坐标系中的求解

第二节 贝塞尔函数的性质

第三节 柱函数应用

第四节 虚宗量贝塞尔函数

第五节 球贝塞尔函数

(一) 教学方法与学时分配

本章共 10 学时，第一节 3 学时，第二节 3 学时，第三节 2 学时，第四、五节 2 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

柱坐标系中拉普拉斯方程的分离变量，贝塞尔函数的性质和应用。

【重点掌握】：

柱坐标系中拉普拉斯方程的分离变量，贝塞尔函数的性质及其物理应用。

【了解】：

球贝塞尔函数。

【难点】：

拉普拉斯方程的级数求解。

制定人：丁宝卫

审定人：

批准人：

日 期：2016.04

加速器原理课程教学大纲

(Principle of Particle Accelerators)

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：加速器原理

所属专业：原子核物理，核工程与核技术，辐射防护与核安全

课程性质：选修

学分学时：3/54 学时

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：加速器科学技术是核技术的重要分支之一，自二十世纪三十年代以来，加速器科学技术已取得了巨大成就。最初发展的加速器只是人类探索微观世界的一种实验室装置，如今的高能加速器已成为重要的高技术工程。今天的加速器应用范围已远远超出了基础研究领域，数以千计的各类加速器已在工业、农业、医疗和国防等领域发挥着重要作用。

加速器原理是原子核物理、核技术、辐射防护与环境工程等本科专业的专业课之一，本课程的主要内容为加速器的基本理论、基本原理、基本结构和基本技术。

目标与任务：通过本课程的学习，使学生掌握加速器的基本理论、基本原理、基本结构和基本技术，并对加速器理论和技术研究的最新进展及加速器的应用进展有较为充分的了解，培养学生分析问题和解决问题的能力；使一部分学生毕业后能够适应利用加速器开展原子核物理、核技术应用方面的研究工作；使一部分学生毕业后能够适应加速器物理与加速器技术方面的研究开发工作。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：高等数学，普通物理，数学物理方法，理论力学，电动力学，原子核物理等。后续相关课程：束流动力学及传输理论，本课程为加速器物理与技术专业研究生课程。

(四) 教材与主要参考书。

教材：《加速器原理》（电子版），姚泽恩（自编）

参考书：

1、《粒子加速器原理》，杜伟燮、洪忠悌、陈佳洱等编著，原子能出版社（1984

年第一版)。

2、《荷电粒子加速器原理》，杜伟燮，陈佳洱编著，清华大学出版社（1994年第一版）。

3、《加速器物理基础》，陈佳洱等编著，原子能出版社（1993年第一版）。

4、《质子直线加速器原理》，王书鸿,罗紫华等著，原子能出版社（1986年第一版）。

5、《束流传输原理》，夏慧琴,刘纯亮编著，西安交通大学出版社，（1991年第一版）；

6、《强流离子束光学原理》，郁庆长编著，原子能出版社（1980年第一版）。

二、课程内容与安排

第一章 绪论（6学时）

第一节 加速器及其发展历史

第二节 加速器的分类

第三节 加速器的用途

第四节 加速器的束流特性

第五节 带电粒子在稳衡电磁场中的运动方程

第六节 束流动力学及传输理论初步

（一）教学方法与学时分配

采用 PPT 课件课堂教授与讨论课相结合，共 6 学时，第一节至第四节 2 学时，第五节至第六节 4 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

本章的主要内容为：加速器的发展历史及用途；加速器的分类；加速器的束流特性；带电粒子在电磁场中的运动方程；束流相空间理论及束流包络方程等。

【重点掌握】：带电粒子在电磁场中的运动方程；束流相空间理论及束流包络方程等

【掌握】：加速器的束流特性参数，为后续课程准备条件

【了解】：加速器的应用域及加速器的类型。

【一般了解】：了解加速器的发展历史。

【难点】：带电粒子在电磁场中的运动方程；束流相空间理论及束流包络方程等。

第二章 粒子源与束流品质（7 学时）

第一节 电子枪

第二节 离子源

第三节 离子源的束流品质

第四节 束流发射度的测量

（一）教学方法与学时分配

采用 PPT 课件课堂教授与讨论课相结合。共 7 学时，第一节 1 学时，第二节 3 学时，第三节 2 学时，第四节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

电子枪的结构及原理；离子源的结构与原理（包括：潘宁离子源、高频离子源、双等离子源、ECR 离子源等）；离子源的束流品质（束流的相空间理论、束流发射度、束流亮度、束流能散度、束流强度、束流能量等）；离子源束流发射度的测量方法。

【重点掌握】：离子源的结构与原理（包括：潘宁离子源、高频离子源、双等离子源、ECR 离子源等）；离子源束流发射度的测量方法。

【掌握】：离子源的束流品质参数（束流的相空间理论、束流发射度、束流亮度、束流能散度、束流强度、束流能量等）。

【了解】： 等离子体的产生原理及理论

【一般了解】： 电子枪的结构及原理

【难点】： 离子源束流发射度的测量方法。

第三章 高压倍压加速器（5 学时）

第一节 概述一倍压加速器的基本结构及原理

第二节 倍压电源

第三节 高压的稳定和测量

第四节 带电粒子的加速和传输

第五节 离子束传输的聚焦元件

第六节 Cockcroft 倍压加速器的性能特点

第七节 兰州大学 $3 \times 10^{12} \text{n/s}$ 强流中子发生器简介

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共 5 学时，第一节和第二节 1 学时，第三节 1 学时，

第四节 1 学时，第五节 1 学时，第六节和第七节 1 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

高压倍压加速器的基本组成、结构及加速原理；倍压高压电源的基本结构、升压原理及局限性；高压的稳定与测量；带电粒子的加速与传输；离子束传输的聚焦元件（电透镜、磁透镜）的结构及原理；倍压加速器的束流特性。倍压加速器的典型事例及应用；

【重点掌握】：倍压高压电源的基本结构、倍压高压电源升压原理及局限性；离子束传输的聚焦元件（电透镜、磁透镜）的聚焦原理及基本理论。

【掌握】：学习掌握高压倍压加速器的基本组成及加速原理；

【了解】：加速管的结构及设计要求；倍压加速器的束流特性。

【一般了解】：倍压加速器的典型事例及应用；

【难点】：倍压高压电源的基本结构、升压原理及局限性；离子束传输的聚焦元件（电透镜、磁透镜）的聚焦原理及基本理论。

第四章 高压静电加速器（5 学时）

第一节 概述-静电加速器的基本结构及原理

第二节 静电起电机

第三节 静电加速器的加速管

第四节 串列式静电加速器

第五节 电压和能量的测量和稳定

第六节 静电加速器的束流传输系统

第七节 静电加速器的性能特点

第八节 静电加速器应用

(一) 教学方法与学时分配

采用 PPT 课件课堂教授与讨论课相结合。共 5 学时，第一节和第二节 1 学时，第三节和第四节 1 学时，第五节 1 学时，第六节和第七节 1 学时，第八节 1 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

高压静电加速器的基本组成及加速原理；静电起电机的基本结构、升压原理及局限性；静电加速器的加速管及加速原理；串列式静电加速器的基本结构与加速原理；电压的测量和稳定；静电加速器束流后传输系统；静电加速器的典型事例及用

途。

【重点掌握】：重点学习掌握高压静电加速器的基本组成及加速原理；掌握静电起电机的基本结构、升压原理及局限性；重点学习掌握电压的测量和稳定；静电加速器束流后传输系统元件，如双聚焦分析磁铁。

【掌握】：学习掌握静电加速器的加速管及加速原理；掌握静串列式静电加速器的基本结构与加速原理；

【了解】：电压的测量和稳定

【一般了解】：静电加速器的典型事例及用途。

【难点】：静电起电机的基本结构、升压原理及理论；电压的测量及稳压原理；静电加速器束流后传输系统元件，如双聚焦分析磁铁等

第五章 回旋加速器（8 学时）

第一节 引言—直线谐振加速器原理

第二节 经典的回旋加速器

第三节 经典回旋加速器的电磁聚焦

第四节 经典回旋加速器相移和极限能量

第五节 等时性回旋加速器

第六节 加速电压和高频系统

第七节 束流的引出

第八节 束流能量的调节

（一）教学方法与学时分配

采用 PPT 课件课堂教授与讨论课相结合。共 8 学时，第一节和第二节 1 学时，第三节和第四节 3 学时，第五节 3 学时，第六节、第七节和第八节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

经典回旋加速器的基本结构及加速原理（拉摩定律、谐振加速条件、离子的能量、粒子的加速轨迹等）；回旋加速器的电磁聚焦（电聚焦理论、磁聚焦理论）理论；回旋加速器的相移及能量极限；等时性回旋加速器的基本结构及等时性加速原理（直边扇形回旋加速器、螺旋扇形回旋加速器、分离扇形回旋加速器）；加速电压和高频系统；束流的引出；束流能量的调节。

【重点掌握】：重点学习掌握经典回旋加速器的基本结构及加速原理（拉摩定律、谐振加速条件、离子的能量、粒子的加速轨迹等）；重点学习掌握回旋加速器

的电磁聚焦理论（电聚焦理论、磁聚焦理论）；重点学习掌握等时性回旋加速器的基本结构及等时性加速原理（直边扇形回旋加速器、螺旋扇形回旋加速器、分离扇形回旋加速器）；

【掌握】：回旋加速器的相移及能量极限。

【了解】：加速电压和高频系统；束流的引出；束流能量的调节。

【一般了解】：回旋加速器的典型事例。

【难点】：与回旋加速原理相关的拉摩定律、谐振加速条件、离子的能量、粒子的加速轨迹等；回旋加速器的电磁聚焦理论（电聚焦理论、磁聚焦理论）；等时性回旋加速器的基本结构及等时性加速原理（直边扇形回旋加速器、螺旋扇形回旋加速器、分离扇形回旋加速器）

第六章 电子感应加速器（4 学时）

第一节 电子感应加速器原理

第二节 电子束的聚焦

第三节 电子能量和辐射损失

第四节 电子的入射俘获及电子流强度

第五节 感应加速器电子束性能

第六节 直线电子感应加速器

（一）教学方法与学时分配

采用 PPT 课件课堂教授与讨论课相结合。共 4 学时，第一节和第二节 1 学时，第三节和第四节 2 学时，第五节和第六节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

感应加速原理；电子感应加速器的基本结构与组成；电子束的聚焦理论；电子束的能量、辐射损失及能量局限性；电子的入射俘获及电子流强度；感应加速器电子束性能；直线电子感应加速器的基本结构及加速原理。

【重点掌握】：感应加速原理拉莫定律；电子感应加速器的基本结构与组成；直线电子感应加速器的基本结构及加速原理。

【掌握】：电子束的聚焦理论；电子束的能量、辐射损失及能量局限性。

【了解】：感应加速器电子束性能；

【一般了解】：电子的入射俘获及电子流强度；

【难点】：感应加速原理拉莫定律；电子感应加速器的基本结构与组成；直线

电子感应加速器的基本结构及加速原理

第七章 自动稳相准共振加速器基础（4 学时）

第一节 自动稳相式准共振加速器的共同特点

第二节 准共振加速条件

第三节 实现准共振加速的各种途径

第四节 自动稳相原理

（一）教学方法与学时分配

采用 PPT 课件课堂教授与讨论课相结合。共 4 学时，第一节和第二节 1 学时，第三节 1 学时，第四节 2 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

自动稳相式准共振加速器的共同特点；同步粒子、非同步粒子及能量盈余与亏损；准共振加速条件及分析；自动稳相原理及非同步粒子准共振加速理论。

【重点掌握】：准共振加速条件及分析，自动稳相原理及非同步粒子准共振加速理论。

【掌握】：准共振加速条件及实现途径。

【了解】：自动稳相式准共振加速器的共同特点。

【一般了解】：同步粒子、非同步粒子及能量盈余与亏损。

【难点】：自动稳相原理及非同步粒子准共振加速理论；稳定相位区间等

第八章 回旋型准共振加速器（3 学时）

第一节 稳相加速器—频率调变回旋准共振加速器

第二节 电子回旋加速器——倍频系数调变法准共振加速器

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共 3 学时，第一节 2 学时，第二节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

稳相加速器—频率调变回旋准共振加速器原理（结构、调频加速原理、粒子的入射与俘获、典型事例等）；电子回旋加速器——倍频系数调变式准共振加速器结构、调频加速原理、粒子的入射与俘获、典型事例等。

【重点掌握】：稳相加速器—频率调变回旋准共振加速器结构、调频加速原理；电子回旋加速器—倍频系数调变式准共振加速器结构、调频加速原理、粒子的入射

与俘获、典型事例等。

【掌握】：粒子的入射与俘获原理。

【了解】：了解稳相加速器和倍频系数调变式准共振加速器的优缺点。

【一般了解】：稳相加速器和电子回旋加速器典型事例等。

【难点】：稳相加速器调频加速原理及理论；电子回旋加速器倍频系数调变原理及理论。

第九章 环型准共振加速器（8 学时）

第一节 同步加速器—磁场调变同步加速器原理

第二节 储存环、同步辐射、对撞机

（一）教学方法与学时分配

采用 PPT 课件课堂教授与讨论课相结合。共 8 学时，第一节 2 学时，第二节 6 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

环型准共振加速器的基本原理和结构；同步加速器—磁场调变同步加速器（结构、调频和调磁加速原理）；电子储存环与同步辐射（结构组成、储存加速原理、同步辐射原理、同步辐射光源的基本特性、同步辐射的用途）；电子储存环与同步辐射的典型事例（合肥同步辐射光源，上海光源）；电子储存环与正负电子对撞机（结构、对撞原理、对撞有效能量、对撞机典型事例—北京正负电子对撞机）；质子储存环与质子、反质子对撞机；重粒子储存环等。

【重点掌握】：环形磁场调变同步加速器的结构、调频（或预注入机）和调磁加速原理；同步辐射原理及理论；对撞机原理及理论。

【掌握】：同步辐射装置和对撞机的应用范畴及前景。

【了解】：同步辐射装置和对撞机的典型事例和参数。

【一般了解】：同步辐射装置和对撞机的国内外研究现状。

【难点】：环形磁场调变同步加速器的结构、调频（或预注入机）和调磁加速原理；同步辐射原理及理论；对撞机原理及理论。

第十章 直线准共振加速器（4 学时）

第一节 引言

第二节 行波直线准共振加速器

第三节 驻波直线准共振加速器

第四节 射频四级场直线加速器（RFQ）

（一）教学方法与学时分配

采用 PPT 课件课堂教授与讨论课相结合。共 4 学时，第一节和第二节 2 学时，第三节和第四节 2 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

直线准共振加速器的类型；直线准共振加速器的加速模式；直线准共振加速器的特点；驻波直线准共振加速器的结构、原理及理论；行波直线准共振加速器的结构、原理及理论；射频四级场直线加速器（RFQ）的结构、原理及理论。

【重点掌握】：驻波直线准共振加速器的结构、原理及理论；行波直线准共振加速器的结构、原理及理论；射频四级场直线加速器（RFQ）的结构、原理及理论。

【掌握】：直线准共振加速器的类型；直线准共振加速器的加速模式等。

【了解】：直线准共振加速器的特点；

【一般了解】：直线准共振加速器的研究历史、发展现状等。

【难点】：驻波直线准共振加速器的结构、原理及理论；行波直线准共振加速器的结构、原理及理论；射频四级场直线加速器（RFQ）的结构、原理及理论。

制定人：姚泽恩

审定人：

批准人：

日期：2016.04

反应堆原理课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：反应堆原理

所属专业：原子核物理、核工程与核技术

课程性质：选修课

学分数：3 学分，54 学时

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：本课程主要讲授核反应堆的工作原理和相关基础理论。课程共分 11 章。第 1 章讲解有关核反应堆的核物理基础；第 2, 3 章讨论中子在介质中运动的基本规律；第 4, 5, 6 章讨论反应堆的临界理论、分群扩散理论和栅格的均匀化理论；第 7, 8, 9 章讨论反应堆物理动态问题，包括燃耗与中毒，反应性控制和反应堆动力学；第 10 章介绍压水堆的堆芯核燃料管理；第 11 章介绍反应堆相关的材料问题。

目标与任务：本课程的目标是使学生掌握核反应堆的工作原理，具备在核电相关工程领域工作的基础知识。教学任务是使学生掌握核反应堆的基础理论和基本原理，了解与核能相关的基础知识。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课程主要包括高等数学、原子核物理、数学物理方法等。以上课程为本课程学习的基础。后续课程无。

(四) 教材与主要参考书。

教材：教师自编的讲义（PPT）

参考书：《核反应堆物理分析》，谢仲生等，西安交通大学出版社；《核反应堆理论导论》，J. R. 拉马什，原子能出版社。

二、课程内容与安排

第零章 绪论

第一节 核反应堆的用途

第二节 几种主要的反应堆堆型

第三节 我国核电的发展概况

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，4 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

介绍几种主要类型反应堆的构造和特点。

【重点掌握】: 轻水堆、重水堆、高温气冷堆、快中子堆等堆型的构造和特点。

【了解】: 反应堆的主要用途。

【一般了解】: 我国核电的发展现状。

第一章 核反应堆的核物理基础

第一节 中子与原子核的相互作用

第二节 中子截面、中子通量密度和核反应率

第三节 共振吸收

第四节 核裂变过程

第五节 链式裂变反应

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学, 使用 PPT 课件, 4 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

中子的散射和吸收; 中子通量密度、核反应率等物理量的引入; 中子截面随能量的变化; 四因子模型。

【重点掌握】: 中子通量密度、核反应率等物理量; 热中子反应堆的四因子模型。

【掌握】: 中子的散射、吸收、诱发裂变等截面随中子能量的变化。

【了解】: 裂变产物和裂变释放的能量; 中子共振吸收的多普勒效应。

【难点】: 掌握和理解中子通量密度的概念; 理解四因子公式所反映的热中子反应堆中中子的循环过程。

第二章 中子慢化和慢化能谱

第一节 中子的弹性散射过程

第二节 无限均匀介质内中子的慢化能谱

第三节 均匀介质中的共振吸收

第四节 热中子能谱和热中子平均截面

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学, 使用 PPT 课件, 6 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

子的弹性散射规律; 中子的慢化能谱; 有效共振积分; 热中子能谱。

【重点掌握】: 中子的弹性散射规律; 无限均匀介质内中子的慢化能谱。

【掌握】: 反应堆中常用慢化剂的优点和缺点; 热中子能谱。

【了解】: 有效共振积分和逃脱共振俘获概率。

【难点】: 理解慢化方程建立的思路以及它的解析解(慢化能谱的 $1/E$ 分布)。

第三章 中子扩散理论

第一节 单能中子扩散方程

第二节 非增殖介质内中子扩散方程的解

第三节 扩散长度、慢化长度和徙动长度

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学, 使用 PPT 课件, 4 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

单能中子扩散方程和它的边界条件; 非增殖介质内中子扩散方程的求解; 扩散长度和慢化长度。

【重点掌握】: 中子扩散的斐克定律; 单能中子扩散方程和它的边界条件。

【掌握】: 非增殖介质内几种常见几何情况下中子扩散方程的求解。

【了解】: 扩散长度、慢化长度和徙动长度以及它们表征的物理意义。

【难点】: 如何灵活选用边界条件对中子扩散方程进行求解。

第四章 均匀反应堆的临界理论

第一节 均匀裸堆的单群理论

第二节 有反射层反应堆的单群扩散理论

第三节 中子通量密度分布不均匀系数和功率分布展平的概念

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学, 使用 PPT 课件, 6 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

热中子反应堆的临界条件; 几种主要几何形状均匀裸堆的几何曲率和中子通量密度分布; 热中子反应堆功率展平的概念。

【重点掌握】：热中子反应堆的临界条件和临界计算。

【掌握】：球形、长方形、圆柱形均匀裸堆的几何曲率和中子通量密度分布。

【了解】：反应堆的临界计算任务和单群理论的修正；热中子反应堆功率展平的概念和措施。

【一般了解】：一侧带反射层反应堆的临界计算

【难点】：理解几何曲率、材料曲率和它们之间的关系（临界条件），从而掌握热中子反应堆的临界计算。

第五章 分群扩散理论

第一节 与能量相关的中子扩散方程和分群扩散理论

第二节 双群扩散理论

第三节 多群扩散方程的数值解法

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，6 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

分群扩散理论；多群中子扩散方程的建立；双群方程和它的临界计算。

【重点掌握】：分群扩散理论和多群中子扩散方程的建立；群常数的计算。

【掌握】：一侧带反射层反应堆的双群扩散方程和它的临界计算。

【了解】：多群扩散方程的数值解法。

【难点】：理解多群扩散方程数值解法的基本思路。

第六章 栅格的非均匀化效应与均匀化群常数的计算

第一节 栅格的非均匀效应

第二节 栅格的均匀化处理

第三节 栅元均匀化群常数的计算

第四节 燃料组件内均匀化通量密度分布及少群常数的计算

第五节 共振区群常数的计算

第六节 栅格几何参数的选择

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，4 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

栅格的非均匀效应；栅格均匀化处理的原理和方法；栅元均匀化群常数的计算；栅格几何参数的选择。

【重点掌握】：栅格的非均匀效应；栅格几何参数对堆芯有效增殖因数的影响（铀-水栅格的增殖因数随铀-水体积比的变化关系）。

【掌握】：栅格的均匀化原理和均匀化截面的计算方法；温度对共振吸收的影响。

【了解】：栅元均匀化群常数的计算方法（积分输运方程，碰撞概率方程）。

【难点】：理解和掌握栅格、栅元均匀化处理和计算的基本思路。

第七章 反应性随时间的变化

第一节 核燃料中重同位素成分随时间的变化

第二节 裂变产物 ^{135}Xe 和 ^{149}Sm 的中毒

第三节 反应性随时间的变化与燃耗深度

第四节 核燃料的转换与增殖

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，4 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

核燃料中重同位素的燃耗方程；裂变产物 ^{135}Xe 和 ^{149}Sm 的中毒；反应堆反应性随时间的变化。

【重点掌握】：燃耗方程；裂变产物 ^{135}Xe 和 ^{149}Sm 中毒。

【掌握】：剩余反应性，堆芯寿期，燃耗深度等物理量。

【了解】：反应堆燃耗计算的方法；核燃料的转换和增殖。

【难点】：掌握反应堆启动、停堆以及功率变化时， ^{135}Xe 和 ^{149}Sm 的浓度（相应反应堆的反应性）随时间的变化规律。

第八章 温度效应与反应性控制

第一节 反应性系数

第二节 反应性控制的任务和方式

第三节 控制棒控制

第四节 可燃毒物控制

第五节 化学补偿控制

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，4 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

反应性的温度系数；控制棒控制、可燃毒物控制和化学补偿控制。

【重点掌握】：控制棒控制，可燃毒物控制和化学补偿控制在反应堆中的作用、工作原理和主要特点。

【掌握】：反应性的温度系数（包括燃料温度系数和慢化剂温度系数）。

【了解】：反应性的空泡系数和功率系数；反应性控制的任务和方式。

【难点】：掌握控制棒控制，可燃毒物控制和化学补偿控制在反应堆中的作用、工作原理和主要特点。

第九章 核反应堆动力学1

第一节 缓发中子的作用

第二节 点堆中子动力学方程

第三节 阶跃扰动时点堆模型动态方程的解

第四节 反应堆周期

第五节 点堆动力学方程的近似解法

第六节 点堆动力学方程的数值解法

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，4 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

缓发中子的作用；点堆模型和点堆中子动力学方程；反应堆的周期。

【重点掌握】：热中子反应堆中缓发中子的作用；点堆模型和点堆中子动力学方程。

【掌握】：反应堆周期的定义；不同反应性引入时反应堆的响应特性。

【了解】：点堆动力学方程的近似解法和数值解法。

【难点】：理解包含了缓发中子的点堆中子动力学方程以及它的求解。

第十章 压水堆堆芯燃料管理

第一节 核燃料管理的主要任务

第二节 多循环燃料管理

第三节 单循环燃料管理

第四节 堆芯换料设计的优化

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，4 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

核燃料管理的主要任务；平衡循环；堆芯换料方案。

【重点掌握】：

内-外、外-内、外-内交替和低泄漏等几种换料方案的主要特点。

【掌握】：

核燃料管理的基本物理量；平衡循环和平衡循环中各参数之间的关系。

【了解】：

堆芯换料设计的优化模型和方法。

第十一章：反应堆涉及的材料问题概述

第一节 核材料的基本性能和作用

第二节 包壳材料

第三节 常用反应堆结构材料

第四节 慢化及冷却材料

第五节 反射材料

第六节 控制材料

第七节 屏蔽材料

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，4 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

核反应堆设计的相关材料的功能及应用介绍。

【重点掌握】：

各类材料的基本性能要求。

【掌握】：

主要的包壳材料、结构材料、慢化剂、冷却剂材料性质。

【了解】：

反应堆材料的疲劳、失效行为和机理。

总结与复习：4 学时。

制定人：

审定人：

批准人：

日 期：2016.04

C 语言及程序设计课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：C 语言及程序设计

所属专业：原子核物理、放射化学、辐射防护与核安全、核化工与核燃料工程、核工程与核技术

课程性质：必修课

学 分：3 分

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：C 语言是高等学校的一门基本的计算机课程。C 语言程序设计在计算机教育和计算机应用中发挥着重要的作用。本课程旨在讲授有关 C 语言算法和语法的基本知识。主要内容包括 C 语言的数据类型、运算符和表达式，顺序、选择和循环结构程序的设计，数组的使用，函数的使用，指针的使用，C 文件的输入和输出等。

目标与任务：本课程的目标是使学生具有编写计算程序的初步能力，为其深入自学计算机编程创造基础。任务是使学生掌握 C 语言算法和语法的基本知识，能够独立上机调试程序。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；
先修课程无。后续课程有微机原理。

(四) 教材与主要参考书。

教材：《C 程序设计（第四版）》，谭浩强，清华大学出版社。

二、课程内容与安排

第一章 程序设计和 C 语言

第一节 什么是计算机程序和计算机语言

第二节 C 语言的发展及其特点

第三节 最简单的 C 语言程序

第四节 运行 C 程序的步骤与方法

第五节 程序设计的任务

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，2 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

C 语言的特点; C 程序的结构; C 程序的运行。

【掌握】: 如何运行 C 程序。

【了解】: C 语言的特点; C 程序的结构。

【一般了解】: 计算机程序设计的过程。

第二章 算法

第一节 什么是算法

第二节 简单的算法举例

第三节 算法的特性

第四节 怎样表示一个算法

第五节 结构化程序设计方法

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学, 使用 PPT 课件, 3 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

简单计算机算法的举例; 计算机算法的特性; N-S 流程图。

【掌握】: 如何使用 N-S 流程图表示算法。

【了解】: 简单的计算机算法; 计算机算法的特性。

【一般了解】: 结构化程序的概念和设计方法。

第三章 顺序程序设计

第一节 顺序程序设计举例

第二节 数据的表现形式及其运算

第三节 C 语句

第四节 数据的输入输出

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学, 使用 PPT 课件, 4 学时;

上机实践 3 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容:

基本的数据类型及其运算; C 语句; printf 函数和 scanf 函数。

【重点掌握】：赋值语句；printf 函数和 scanf 函数。

【掌握】：什么是常量和变量；基本的数据类型；基本的运算符和表达式。

【了解】：C 语句的作用和分类。

【难点】：理解不同类型的数据相互运算时的类型转换。

第四章 选择结构程序设计

第一节 选择结构和条件判断

第二节 用 if 语句实现选择结构

第三节 关系运算符和关系表达式

第四节 逻辑运算符和逻辑表达式

第五节 条件运算符和条件表达式

第六节 选择结构的嵌套

第七节 用 switch 语句实现多支选择结构

第八节 选择结构程序综合举例

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，4 学时；

上机实践 3 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

if 语句；关系运算和逻辑运算；选择结构的嵌套。

【重点掌握】：几种 if 语句的使用；关系、逻辑、条件运算符及其表达式；

【掌握】：选择结构的嵌套。

【了解】：如何使用 switch 语句实现多分支选择结构。

【难点】：如何灵活运用关系和逻辑表达式来实现条件判断。

第五章 循环结构程序设计

第一节 为什么需要循环控制

第二节 用 while 语句实现循环

第三节 用 do...while 语句实现循环

第四节 用 for 语句实现循环

第五节 循环的嵌套

第六节 几种循环的比较

第七节 改变循环执行的状态

第八节 循环程序举例

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，2 学时；

上机实践 3 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

while 语句； do...while 语句； for 语句；循环的嵌套。

【重点掌握】：while，do...while 和 for 等三种循环语句的使用。

【掌握】：循环的嵌套。

【了解】：如何使用 break 和 continue 语句改变循环执行的状态。

第六章 数组

第一节 怎样定义和引用一维数组

第二节 怎样定义和引用二维数组

第三节 字符数组

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，6 学时；

上机实践 3 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

一维与二维数组的定义和引用；字符数组的定义和引用。

【重点掌握】：一维与二维数组的定义和引用；字符数组的定义和引用。

【掌握】：使用格式符“%s”输入和输出字符数组。

【了解】：常用的字符串处理函数。

【难点】：掌握数组和循环的结合，理解字符数组和字符串的关系。

第七章 函数

第一节 为什么要用函数

第二节 怎样定义函数

第三节 调用函数

第四节 对被调函数的声明和函数原型

第五节 函数的嵌套调用

第六节 函数的递归调用

第七节 数组作为函数参数

第八节 局部变量和全局变量

第九节 变量的存储方式和生存期

第十节 关于变量的声明和定义

第十一节 内部函数和外部函数

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，3 学时；

上机实践 3 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

函数的定义和声明；函数的调用；数组作函数的参数；局部变量和全局变量。

【重点掌握】：函数的调用；数组元素和数组名作函数参数时的数据传递。

【掌握】：函数的嵌套调用和递归调用。

【了解】：什么是局部变量和全局变量；什么是内部函数和外部函数。

【一般了解】：变量的存储方式以及变量的声明和定义。

【难点】：理解和掌握函数调用时形参与实参之间的数据传递和转换。

第八章 指针

第一节 指针是什么

第二节 指针变量

第三节 通过指针引用数组

第四节 通过指针引用字符串

第五节 指向函数的指针

第六节 返回指针值的函数

第七节 指针数组和多重指针

第八节 动态内存分配和指向它的指针变量

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，6 学时；

上机实践 3 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

指针变量；通过指针引用数组；通过指针引用字符串；指针数组。

【重点掌握】：指针变量的定义和引用；何通过指针引用数组。

【掌握】：如何通过指针引用字符串。

【了解】：指向函数的指针、返回指针值的函数、指针数组和多重指针。

【一般了解】：内存的动态分配及其建立。

【难点】：理解指针的概念，从而掌握有关指针的操作。

第九章 用户自己建立数据类型二

第一节 定义和使用结构体变量

第二节 使用结构体数组

第三节 结构体指针

第四节 共用体类型

第五节 使用枚举类型

第六节 用 typedef 声明新类型名

(一) 教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，3 学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

结构体、共用体类型的数据及其使用。

【重点掌握】：结构体变量、数组的定义和使用。

【掌握】：共用体变量的定义和使用。

【了解】：枚举类型的数据；如何使用 typedef 声明新类型名。

第十章 文件

第一节 C 文件的有关基本知识

第二节 打开和关闭文件

第三节 顺序读写数据文件

第四节 随机读写数据文件

第五节 文件读写的出错检测

（一）教学方法与学时分配

课堂教学，使用 PPT 课件，3 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

C 文件的基本知识；文件的打开和关闭；文件的读写。

【重点掌握】：如何使用 fopen 和 fclose 函数打开和关闭文件。

【掌握】：如何顺序、随机读写文件。

制定人：

审定人：

批准人：

日 期：2016.04

工程制图课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：工程制图

所属专业：核科学与技术基地班（原子核物理）

课程性质：专业基础课/限选

学 分：3

(二) 课程简介、目标与任务；

工程制图研究绘制和阅读工程图样的理论和方法，是一门面向理工科非机械类专业开设的、实践性很强的专业基础课。课程以平行投影理论为基础，讲授工程图形成的基本原理，介绍相关国家标准，介绍专业图样的绘制和阅读方法。课程包括手工绘图和计算机绘图能力的训练。课程的教学目的是培养学生的空间思维能力，掌握正确表达工程设计思想的基本方法，掌握阅读工程图样的基本能力，提高理工科类学生的工程素质。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

无

(四) 教材与主要参考书。

教材：

机械制图(第6版)，邹宜侯，窦墨林，潘海东 主编，清华大学出版社

机械制图习题集(第6版)，邹宜侯 主编，清华大学出版社

参考书：

工程制图（第2版）武华 主编，机械工业出版社

画法几何及工程制图习题集（第七版）朱辉等编，上海科学技术出版社

二、课程内容与安排

第零章 绪论

第一章 制图的基本知识

第1节 图纸幅面、比例、图线和字体的规定

第2节 绘图工具及其使用

第3节 几何作图

第4节 绘图的一般步骤及平面图形的作图举例

第5节 画徒手图的方法

第二章 点、直线和平面的投影

第1节 投影的基本知识

第2节 点的投影

第3节 直线的投影

第4节 平面的投影

第5节 直线与平面及两平面的相对位置

第6节 换面法

第三章 AutoCAD 绘图基础

第1节 AutoCAD 的基本概念和基本操作

第2节 AutoCAD 的文件操作

第3节 AutoCAD 基本绘图命令

第4节 AutoCAD 图形的编辑

第5节 AutoCAD 的绘图辅助工具、图层操作、图形显示

第6节 平面图形作图实例

第四章 基本体及叠加体的三视图

第1节 体的投影——视图

第2节 基本体的形成及其三视图

第3节 叠加体的三视图

第五章 立体的切割及截交线画法

第1节 平面体的截切

第2节 回转体的截切

第六章 回转体表面的相贯线画法

第1节 平面体与回转体的相贯线画法

- 第 2 节 回转体与回转体的相贯线画法
- 第七章 组合体的画图和看图
 - 第 1 节 组合体的组成方式及形体分析法
 - 第 2 节 组合体的画图
 - 第 3 节 组合体的看图
- 第八章 表达机件的常用画法
 - 第 1 节 视图
 - 第 2 节 剖视图
 - 第 3 节 断面图
 - 第 4 节 简化画法
- 第九章 轴测图与三维实体造型
 - 第 1 节 轴测图的基本知识
 - 第 2 节 正等轴测图
 - 第 3 节 斜二等轴测图
 - 第 4 节 轴测图中的剖切画法
- 第十章 标准件和常用件
 - 第 1 节 螺纹和螺纹紧固件
 - 第 2 节 齿轮
 - 第 3 节 键与销
 - 第 4 节 弹簧
 - 第 5 节 滚动轴承
- 第十一章 零件图的绘制
 - 第 1 节 零件图的内容和要求
 - 第 2 节 零件图的视图选择
 - 第 3 节 零件结构的工艺性及其相关画法
 - 第 4 节 零件的测绘
 - 第 5 节 零件图的看图方法
- 第十二章 尺寸注法
 - 第 1 节 尺寸标注要正确
 - 第 2 节 尺寸标注要完全
 - 第 3 节 尺寸标注要清晰

第4节 尺寸标注要合理

第5节 典型结构的尺寸与尺寸简化注法

第十三章 技术要求

第1节 表面粗糙度的概念及其注法

第2节 极限与配合

第3节 几何公差的概念及其注法

第十四章 装配图

第1节 装配图的用途、要求和内容

第2节 装配图的规定画法和特殊画法

第3节 装配图的视图选择

第4节 装配图的尺寸标注、零件编号和明细栏

第5节 装配结构的合理性

第6节 画装配图的方法和步骤

第7节 看装配图的方法和步骤及拆画零件图

(一) 教学方法与学时分配

教 学 方 法 教 学 时 数 教 学 内 容	课堂讲授	上机实践	小计
1、制图的基本知识	2		2
2、点、直线和平面的投影	8		8
3、AutoCAD 绘图基础	2	6	8
4、基本体及叠加体的三视图	2		2
5、立体的切割及截交线画法	4		4
6、回转体表面的相贯线画法	4		4
7、组合体的画图和看图	4		4
8、表达机件的常用画法	6		6
9、轴测图	4		4

10、标准件和常用件	2		2
11、零件图的绘制	4		4
12、尺寸注法	2		2
13、技术要求	2		2
14、装配图	2		2
总 计	48	6	54

(二) 内容及基本要求

主要内容：制图基本知识

【重点掌握】：国家标准的基本规定

【掌握】：绘图的方法和步骤，几何图形的画法

【了解】：手工绘图工具及其使用方法

【难点】：徒手作图的基本方法

主要内容：点、直线和平面的投影

【重点掌握】：直线与平面或平面与平面相交问题特殊情况的求解

【掌握】：正投影法则，点、线、面的投影特性，几何元素相对位置的判断方法，

【难点】：直线与平面或平面与平面相交问题一般情况求解，换面法

主要内容：AutoCAD 绘图基础

【掌握】：使用 AutoCAD 绘制平面图形和简单三维实体造型

【了解】：AutoCAD 软件的功能及其应用

【难点】：三维实体造型

主要内容：基本体及叠加体的三视图

【重点掌握】：三视图的形成及投影规律，三视图的等量关系和方位关系，基本几何体的三视图画法，叠加体的三视图

【掌握】：基本几何体的三面投影及表面取点

【了解】：基本几何体的投影特点

【难点】：立体表面取点，叠加体的画图

主要内容：立体的切割及截交线画法

【重点掌握】：平面体和回转体作截交线的基本方法

【掌握】：平面与平面体、平面与回转体截交线的性质

【了解】：截切基本概念及形式

【难点】：截交线的求法

主要内容：回转体表面的相贯线画法

【重点掌握】：利用积聚性法求相贯线的作图方法，相贯线的特殊情况，两正交圆柱相贯线投影的简化画法

【掌握】：相贯几何体的投影性质

【了解】：相贯基本性质及形式

【难点】：辅助平面法求相贯线的方法

主要内容：组合体的画图和看图

【重点掌握】：用形体分析法和面形分析法画图、读图

【掌握】：组合体的投影性质，形体之间的表面过渡关系

【了解】：组合体及其组成方式

【难点】：组合体的读图和画图

主要内容：表达机件的常用画法

【重点掌握】：国家标准中规定的表达机件的各种方法

【掌握】：各种视图的名称、配置，剖视图的画法及规定，断面图的画法及规定，简化画法

【了解】：第三角投影

【难点】：综合运用各种表达方法表达机件

主要内容：轴测图

【掌握】：正等轴测图和斜二轴测图作图

【了解】：轴测图的概念，形成及分类

【难点】：（徒手）绘制轴测投影图的基本方法

主要内容：标准件和常用件

【重点掌握】：螺纹及螺纹紧固件连接的规定画法

【掌握】：键连接及其装配画法，销连接及其装配画法，齿轮画法（圆柱齿轮及其啮合的画法）

【了解】：标准件和常用件的概念及类型

【难点】：螺纹紧固件装配图的画法

主要内容：零件图的绘制

【掌握】：零件图的视图选择、零件结构的工艺性，零件的测绘及看图

【了解】：零件图内容及要求，

【难点】：零件的测绘和读零件图

主要内容：尺寸注法

【重点掌握】：典型结构的尺寸标注

【掌握】：尺寸标注的基本要求（正确、完全、清晰及合理）

【难点】：常见尺寸的简化注法

主要内容：技术要求

【重点掌握】：表面粗糙度的概念及其标注，公差与配合的概念及标注

【掌握】：几何公差的概念及其标注

【了解】：零件图上的技术要求，零件的互换性

【难点】：公差与配合

主要内容：装配图

【重点掌握】：装配图的视图选择，装配图的尺寸注法，常见的装配结构

【掌握】：装配图画图和看图的方法和步骤

【了解】：装配图的作用与内容、技术要求，装配图中零件的序号和明细表

【难点】：装配图的表达方法，绘制和阅读装配图

制定人：陈亮

审定人：

批准人：

日 期：2016.04

核数据获取与处理课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：核数据获取与处理

所属专业：原子核物理、核工程与核技术、辐射防护与核安全

课程性质：专业选修课(原子核物理、辐射防护与核安全两专业)、专业限选课(核工程与核技术专业)

学 分：3

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：本课程在掌握基本核电子学与计算机基本硬件知识的基础上，学习现代核物理实验中广泛采用的数据获取技术，包括模数转换、高速分布式数据传输、以及在线数据分析等。同时了解掌握现代核物理实验数据的基本处理算法，包括参数估计和假设检验、间接测量中的误差传递、放射性测量中的统计学、最小二乘法 and 曲线拟合、能谱数据的处理等。

课程目标与任务：主要应在掌握计算机基本软硬件知识的基础上，学习核信息的数字化方法，核数据的采集电路和系统程序的设计，了解核数据的处理算法，进行相关系统的设计训练和调试实验。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

电子线路基础、核电子学以及概率论与数理统计三门课是学习本课程的基础。

(四) 教材与主要参考书。

核电子学（下册），王经瑾等，原子能出版社，1985年。

粒子探测器与数据获取，谢一冈等，科学出版社，2003年。

Data analysis techniques for high energy physics experiments, R. K. Bock, H. Grote, D. Notz, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1990。

微型计算机接口技术，刘乐善，电子科技大学出版社，2001年

核物理实验数据处理，吴学超、冯正永，原子能出版社，1988年

EDA 技术实用教程(第2版)，李洋，机械工业出版社，2009年

多道脉冲分析系统原理，屈建石，王晶宇，原子能出版社

γ 能谱数据分析，庞巨丰著，陕西科学技术出版社

二、课程内容与安排

第一章 核数据获取与处理系统的概述

第一节 核信号的特点

第二节 核数据获取与处理系统的基本组成

第三节 核数据获取与处理系统的应用

（一）教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授

学时分配：4 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

核信号的特点、核信号的测量要求和方法、核信号数据的获取、探测器及核信号的调理、核信号的数字化采集、核数据处理系统的组成、核信号对系统的要求、从仪器到计算机采集再到数字化信号处理、数字化系统应用及发展趋势。

【重点掌握】：核信号的特点、核数据处理系统的组成、核信号对系统的要求

【掌握】：核信号的测量要求和方法、核信号数据的获取、探测器及核信号的调理、核信号的数字化采集

【了解】：从仪器到计算机采集再到数字化信号处理、数字化系统应用及发展趋势

第二章 核数据获取系统的构成及功能

第一节 常用探测器原理及特点

第二节 核信号的调理方法

（一）教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授

学时分配：2 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

气体、闪烁体、半导体等探测器的基本原理和特点；探测器对系统的要求；前置放大器的特点；主放大器和甄别器的特点；核信号调理中的噪声、堆积、基线、亏损等问题对系统的影响和要求；

【掌握】：探测器对系统的要求；核信号调理中的噪声、堆积、基线、亏损等问题对系统的影响和要求；

【了解】： 气体、闪烁体、半导体等探测器的基本原理和特点；前置放大器的特点；主放大器和甄别器的特点；

第三章 核数据获取系统中信号的数字化

第一节 模数变换器的基本概念

第二节 谱仪 ADC 原理

第三节 ADC 在谱仪系统中的应用

（一）教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授

学时分配：4 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

模数变换器的基本原理和指标；模数变换器的分类、特点；模数变换器的应用；谱仪模数变换器的特殊要求；线性放电型 ADC、逐次比较型 ADC、波形采样 ADC 的工作原理与应用；ADC 在能谱测量系统中的应用举例；ADC 指标对系统指标的影响；

【重点掌握】： 线性放电型 ADC、逐次比较型 ADC 的工作原理与应用；ADC 指标对系统指标的影响；

【掌握】： 模数变换器的基本原理和指标；模数变换器的分类、特点；模数变换器的应用；谱仪模数变换器的特殊要求；波形采样 ADC 的工作原理与应用；ADC 在能谱测量系统中的应用举例；

第四章 核数据获取系统的计数器

第一节 核计数数据理论

第二节 计数器

第三节 定时器

（一）教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授

学时分配：4 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

二进制计数器、十进制计数器、中等规模数字集成电路计数器、环形计数器、环形分配器；555 定时器的结构及工作原理；定时器电路的应用；计数数据特性、统计数据模型、统计模型应用、计数实验优化；

【重点掌握】：中等规模数字集成电路计数器；定时器电路的应用；计数实验优化；

【掌握】：二进制计数器；十进制计数器；统计数据模型；统计模型应用；

【了解】：形计数器；环形分配器；555 定时器的结构及工作原理；计数数据特性；统计数据模型；

第五章 核数据获取中的总线系统

第一节 CCNIM 总线技术原理

第二节 CAMCA 总线技术原理

第三节 VME 总线技术原理

（一）教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授

学时分配：16 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

NIM 模块化核插件系统电源标准、接头的标准、插件的标准、机箱的标准；NIM 插件应用举例；GPIB 总线标准的基本特性、总线构成、工作方式；GPIB 总线的三线挂钩过程；GPIB 总线的接口功能与器件功能；GPIB 的消息编码格式；CAMAC 总线的机械、电气标准；机箱数据通道与机箱控制器的基本构成；CAMAC 普通站与控制站之间的信号连接；机箱数据通道的通信；CAMAC 系统与计算机的连接；并行分支告诉数据通道的结构；VME 总线的结构和主要的功能模块；DTB 总线的控制机制和工作时序；VME 总线的操作周期；DTB 仲裁总线的工作流程；优先级中断总线的工作原理；VME 总线在核数据获取系统中的应用

【重点掌握】：GPIB 总线的三线挂钩过程；CAMAC 普通站与控制站之间的信号连接；机箱数据通道的通信；CAMAC 普通站与控制站之间的信号连接；机箱数据通道的通信；DTB 总线的控制机制和工作时序；VME 总线的操作周期；DTB 仲裁总线的工作流程；优先级中断总线的工作原理；

【掌握】：NIM 模块化核插件系统电源标准、接头的标准、插件的标准、机箱的标准；NIM 插件应用举例；GPIB 总线标准的基本特性、总线构成、工作方式；GPIB 总线的接口功能与器件功能；GPIB 的消息编码格式；CAMAC 总线的机械、电气标准；机箱数据通道与机箱控制器的基本构成；CAMAC 系统与计算机的连接；并行分支告诉数据通道的结构；VME 总线的结构和主要的功能模块；VME 总线在核数据获取系统

中的应用

【难点】： GPIB 总线的三线挂钩过程； 机箱数据通道的通信； DTB 总线的控制机制和工作时序； VME 总线的操作周期； DTB 仲裁总线的工作流程；

第六章 核数据采集系统的设计方法

第一节 计算机基础

第二节 计算机接口设计

（一）教学方法与学时分配

教学方法： 课堂讲授

学时分配： 12 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

计算机的基本组成、CPU、存储器； I/O 技术、可编程 I/O； 中断、DMA； 串并行通信； 系统总线与接口概论； 存储器技术； 定时、分频、时序概念； 数据缓存、译码、时序、总线分析方法； CPLD、FPGA 概念及设计； 常用接口集成电路及常见设计问题讨论； 嵌入式智能接口设计； DSP 数字式接口设计；

【重点掌握】： 系统总线与接口概论； 存储器技术； 定时、分频、时序概念； 数据缓存、译码、时序、总线分析方法； CPLD、FPGA 概念及设计；

【掌握】： 常用接口集成电路及常见设计问题讨论； 嵌入式智能接口设计； DSP 数字式接口设计；

【了解】： 计算机的基本组成、CPU、存储器； I/O 技术、可编程 I/O； 中断、DMA； 串并行通信；

第七章 现代核物理实验中的数据处理

（一）教学方法与学时分配

教学方法： 课堂讲授

学时分配： 12 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

核辐射测量数据的随机性； 贝叶斯理论与主观概率； 放射性测量中的统计性； 直方图与概率密度分布函数； 误差分类； 一般测量随机误差与核辐射测量统计误差差异； 数据协调性的检验； 系统误差的限制和消除； 核能谱数据的平滑处理； 核能谱数据的寻峰； 核能谱数据的本底扣除； 核能谱数据的峰面积计算

【重点掌握】：一般测量随机误差与核辐射测量统计误差；系统误差的限制和消除；核能谱数据的平滑处理；

【掌握】：核辐射测量数据的随机性；贝叶斯理论与主观概率；放射性测量中的统计性；直方图与概率密度分布函数；误差分类；数据协调性的检验；核能谱数据的寻峰；核能谱数据的本底扣除；核能谱数据的峰面积计算

第八章 核数据获取与处理系统的发展

第一节 核数据获取与处理系统的发展

（一）教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授

学时分配：2 学时

（二）内容及基本要求

主要内容：

大规模可编程逻辑器件的应用；新型总线接口和数字处理器；新型编程方法和仿真平台；数字采集系统和新的数字处理方法；

【一般了解】：大规模可编程逻辑器件的应用；新型总线接口和数字处理器；新型编程方法和仿真平台；数字采集系统和新的数字处理方法

制定人：张毅

审定人：

批准人：

日期：2016.04

专业外语课程教学大纲

(Physics in English)

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：专业外语

所属专业：原子核物理、辐射防护与核安全

课程性质：选修

学分数：2/36 学时

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：专业外语，是物理专业英语，是原子核物理专业和辐射防护与核安全专业学生大四时的一门选修课，它是在大学英语的基础上，通过英语方式对现在的物理知识进行进一步的了解和认识以及对原有物理知识的扩展。它使学生初步掌握力学、电磁学、热学、光学、声学、天文学、核物理和粒子物理中的英语词汇、词组及其用法，学会阅读本专业英语资料的技巧和方法。它不仅有助于拓展本专业知识面的知识，增强国际交流与沟通的能力，而且可以深化本专业的知识，从而为今后的学习和工作打下良好的基础。

目标与要求：

本课程教材选自清华大学出版社的《物理学专业英语》。通过本课程的学习，学生应达到如下要求：

1、通过对专业英语文献的学习，逐步掌握阅读专业外文资料的常用技巧与方法。在借助必要的词汇工具书的基础上，能达到独立阅读、理解和初步翻译外文资料；

2、专业英语翻译不但要求有较高的外语和汉语水平，而且要具有较为广泛的相关的物理学科基本知识，特别要具有一定深度和广度的专业知识。通过对专业英语课程的学习，要求能够就物理现象进行系统的有逻辑的英文描述，具备一般科技文章的写作能力；

3、掌握力学、电磁学、热学、光学、声学、天文学、原子核物理和粒子物理中的专业英语词汇、词组及其用法。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

无

（四）教材与主要参考书。

教材：

《物理学专业英语》，仲海洋、姚丽、王轶卓编著，清华大学出版社。

参考书：

《物理专业英语》，李淑侠、刘盛春编著，哈尔滨工业大学出版社。

《物理学专业英语基础》（图示教程），叶谋仁编著，上海外语教育出版社。

二、课程内容与安排

第一章（2学时）

LESSON 1 物理学专业英语简介

LESSON 2 物理学专业英语的名词化

LESSON 3 物理学专业英语的语法特点

LESSON 4 物理学专业英语的修辞特点

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共2学时，前两节1学时，后两节1学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

本章的主要内容为：物理学专业英语名词化、语法特点、修辞特点介绍。

【掌握】：物理学专业英语的语法及修辞特点。

第二章（4学时）

LESSON 5 物理学专业英语中的比较

LESSON 6 物理学专业英语中的举例和列举

LESSON 7 物理学专业英语中的结果和结论

LESSON 8 物理学专业英语在口语上的特点

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共4学时，每一节1学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

物理学专业英语中的比较用法，举例和列举方法，结果和结论，及其在口语上的特点。

【掌握】：比较用法及举例和列举方法。

第三章（6 学时）

LESSON 9 物理学专业英语中的长句分析（一）

LESSON 10 物理学专业英语中的主语从句

LESSON 11 物理学专业英语中的宾语从句

LESSON 12 物理学专业英语中的表语从句和同位语从句

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共 6 学时，前两节及后两节各 3 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

物理学专业英语中的长句及主语、宾语、表语及同位语从句分析。

【掌握】：长难句及主语和宾语从句分析。

第四章（4 学时）

LESSON 13 物理学专业英语中的副词性从句

LESSON 14 物理学专业英语中的形容词性从句

LESSON 15 物理学专业英语中的非谓语动词（一）动词不定式和动名词

LESSON 16 物理学专业英语中的非谓语动词（二）分词

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共 4 学时，每一节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

物理学专业英语副词性及形容词性从句；非谓语动词。

【掌握】：各种副词性从句及形容词性从句，非谓语动词。

第五章（4 学时）

LESSON 17 物理学专业英语中的长句分析（二）

LESSON 18 物理学专业英语文章的阅读与信息获得

LESSON 19 物理学专业英语阅读能力的培养

LESSON 20 物理学专业英语阅读时需要注意的问题

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共 4 学时，第一节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

长句分析；专业英语文章的阅读与信息获得方法；专业英语阅读能力的培养及阅读时需要注意的问题。

【掌握】：长句分析；专业英语文章的阅读与信息获得方法。

第六章（4 学时）

LESSON 21 物理学专业英语的翻译

LESSON 22 物理学专业英语中名词化结构的翻译

LESSON 23 物理学专业英语中独立主格和分隔结构的翻译

LESSON 24 物理学专业英语中长句的翻译

（一）教学方法与学时分配

采用课堂教授与讨论课相结合。共 4 学时，每一节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

物理学专业英语的翻译方法。

【掌握】：名词化结构、独立主格结构和分隔结构的翻译；长句的翻译。

第七章（6 学时）

LESSON 25 物理学专业英语写作的一般知识

LESSON 26 物理学专业英语的段落写作

LESSON 27 物理学专业英语中描写文和说明文的写作

LESSON 28 物理学专业科研论文的英语写作

（一）教学方法与学时分配

采用课堂教授与讨论课相结合。共 6 学时，第一节 1 学时，第二、三节各 2 学时，第四节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

专业英语写作的一般知识，段落写作方法；描写文和说明文的写作。

【掌握】：物理学专业科研论文的一般英语写作方法。

第八章（4 学时）

LESSON 29 物理学专业科研论文中摘要的英语写作

LESSON 30 物理学专业英语中报告的写作

LESSON 31 物理学专业英语中报告写作的实例

LESSON 32 物理学专业英语中科技报告的写作

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共 4 学时，每一节 1 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

物理学专业科研论文的摘要和科技报告的写作。

【掌握】： 科研论文摘要及科技报告的写作方法。

第九章（2 学时）

LESSON 33 物理学国际学术会议用英语简介

LESSON 34 物理学国际学术会议的信件交流英语

LESSON 35 物理学国际学术会议口头报告

LESSON 36 物理学国际学术会议的问答讨论环节口语

（一）教学方法与学时分配

课堂教授与讨论课相结合。共 2 学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

物理学国际学术会议用英语简介。

制定人：于福升

审定人：

批准人：

日期：2016.04

剂量防护课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：剂量防护

所属专业：原子核物理

课程性质：

学分数：3.0 学分/54 学时

(二) 课程简介、目标与任务、先修课与后续相关课程；

课程简介：《剂量防护》课程主要介绍在放射性环境以及普通环境中的防护基础知识及方法。

目标与任务：通过本门课程的学习，在掌握相当的剂量学的基础上，学会运用基本防护方法在电离辐射场中进行计算以及防护，同时对于现行的相关法律、法规有所了解。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课与后续相关课程：

先修课：原子核物理、核实验方法

后续相关课程：无

(四) 教材与主要参考书。

教材：教学课件以及讲义

参考书：

《辐射防护基础》 李星洪 等编 原子能出版社

《核辐射防护基础》 王同生 张秀儒 刘忠文 编 原子能出版社

《高等电离辐射防护教程》

《电离辐射防护与安全基础》杨朝文 主编 原子能出版社

《电离辐射医学应用的防护与安全》郑钧正 主编 原子能出版社

《电离辐射工业应用的防护与安全》何仕均 主编 原子能出版社 等

二、课程内容与安排

第一章 绪论

1. 主要内容：介绍剂量防护课程本身的发展过程、主要学习内容与方法
2. 教学方法与学时分配：课堂讲授运用图片、视频等资料进行较为感性的介绍

学时：1~2 学时

3. 基本要求：通过绪论的讲述，使同学对于本门课程有较为具体的认识

4. 重点难点：本章节侧重介绍性内容

第二章 辐射防护重常用的辐射量和单位

1. 主要内容：讲解辐射防护中使用到的常用量和单位，推演各辐射量的关系公式

2. 教学方法与学时分配：课堂讲授主要通过已经学习过的物理量和单位进行渐近式推导，引出新的物理量并进行定义

3. 基本要求：通过本章的讲解，要求同学掌握辐射防护中的常用的辐射量和单位、掌握各辐射量的关系、了解辐射量使用的范围及条件

4. 重点难点：

重点：辐射防护中专有辐射量的概念、定义以及单位

难点：各辐射量之间关系较为复杂，所规定的使用条件十分具体需仔细区分

第三章 电离辐射对人体的危害及辐射防护标准

1. 主要内容：讲解电离辐射场对于人体的危害，主要通过课堂讲授电离辐射以及对人体伤害过程与原理基础上，结合辐射量的定义以及人体受到照射的来源，对于现行的国际以及国内执行的辐射防护标准进行解读,明确辐射防护的目的、任务、基本原则等内容。

2. 教学方法与学时分配：主要通过讲述进行教学内容介绍，同时通过解决一些实际问题的过程来加深对于辐射防护标准的认识（例题）。

3. 基本要求：通过本章的讲解，要求同学掌握辐射损伤原理、掌握辐射防护的标准以及规定，理解随机效应与确定性效应的概念及区分，了解辐射防护标准的发展变化过程

4. 重点难点：

重点：明确辐射防护中的随机效应与确定性效应、辐射损伤途径及原理、辐射防护的标准规定

难点：随机效应与确定性效应的概念及区分

第四章 外照射剂量的计算

1. 主要内容：讲解外照射剂量的计算的通用方法，主要介绍 γ 、X射线剂量的计算、带电粒子的剂量计算、中子剂量的计算。

2. 教学方法与学时分配：主要通过课堂讲授，在基本的点源的外照射的计算基

础上通过大量习题对于各种外照射源的剂量计算进行讲授。

3. 基本要求：通过本章的讲解，要求同学掌握外照射的基本计算方法，理解对应不同射线源种类的辐射场中使用的不同的计算方法

4. 重点难点：

重点： 对应不同的辐射场，进行外照场剂量计算过程中使用相应的通用方法

难点： 正确区分不同条件，使用不同特定条件的公式

第五章 γ 射线和 X 射线的防护

1. 主要内容：介绍外照射防护的一般方法，在外照射剂量计算的基础上，对于在辐射场中将辐射剂量降低到防护标准的要求的屏蔽厚度计算。讲解 γ 射线在物质中的减弱规律， γ 点源的屏蔽以及 X 射线的防护，简单介绍非点源的屏蔽计算、X、 γ 射线防护中的特殊问题。

2. 教学方法与学时分配：主要通过课堂讲授，通过习题对于具体问题的解决方法进行讲解

3. 基本要求：通过本章的讲解，要求同学掌握外照射的辐射场中 X、 γ 射线屏蔽厚度的计算方法，理解对应不同射线源种类的辐射场中使用的特定的计算方法并学会选择适当参数

4. 重点难点：

重点： 对应不同的辐射场，进行外照场屏蔽防护的厚度计算、以及材料的选择原则

难点： 正确区分不同辐射场的条件，选择合适的参数以及对应不同条件的公式

第六章 带电粒子的防护

1. 主要内容：介绍外照射防护的一般方法，在外照射剂量计算的基础上，对于在辐射场中将辐射剂量降低到防护标准的要求的屏蔽厚度计算。具体讲解 β 射线的屏蔽防护、重带电粒子的防护

2. 教学方法与学时分配：主要通过课堂讲授，通过习题对于具体问题的解决方法进行讲解

3. 基本要求：通过本章的讲解，要求同学掌握外照射的带电粒子辐射场中屏蔽厚度的计算方法，理解对应不同射线源种类的辐射场中使用的特定的计算方法并学会选择适当参数

4. 重点难点：

重点： 对应不同的辐射场，进行外照场屏蔽防护的厚度计算、以及材料的选择，

理解辐射平衡概念

难点：正确区分不同辐射场的条件，选择合适的参数以及对应不同条件的公式

第七章 中子的防护

1. 主要内容：在外照射剂量计算的基础上，对于在辐射场中将辐射剂量降低到防护标准的要求的屏蔽厚度计算。具体讲解快中子屏蔽的分出截面法和张弛长度法、同位素中子源的屏蔽、中子发生器的防护

2. 教学方法与学时分配：主要通过课堂讲授，通过习题对于具体问题的解决方法进行讲解

3. 基本要求：通过本章的讲解，要求同学掌握外照射的中子辐射场中屏蔽厚度的计算方法，理解对应不同中子源的辐射场中使用的计算方法并学会选择适当参数

4. 重点难点：

重点：对应不同的中子源，进行外照场屏蔽防护的厚度计算、以及材料的选择原则，掌握分出截面法以及张弛长度法的概念以及使用

难点：分出截面法以及张弛长度法的概念以及使用，正确区分不同中子场的条件，选择合适的参数以及对应不同条件的公式

第八章 内照射剂量的估算及防护

1. 主要内容：介绍内照射的概念、特点以及基本防护方法，具体讲解估算内照射剂量所需要的基本参数及基本概念，估算内照射剂量的基本公式、内照射防护的一般原则和基本措施

2. 教学方法与学时分配：主要通过课堂讲授，通过习题对于具体问题的解决方法进行讲解，同时通过图表进行形象的介绍

3. 基本要求：通过本章的讲解，要求同学掌握内照射的概念、特点以及基本防护方法，基本估算方法，理解内照射防护的一般原则和基本措施

4. 重点难点：

重点：内照射的概念、特点以及基本防护方法以及内照射防护的一般原则和基本措施

难点：估算内照射剂量的基本公式以及较为复杂的具体参数和模型

第九章 个人剂量计以及辐射防护的基本相关知识

1. 主要内容：介绍内照射个人剂量计的原理、特点以及使用方法，同时介绍辐射防护中常用的基本知识。具体介绍常见放射性核素及其简要特性；放射源的使用、分类以及涉核行业发生过事故（典型辐射事故简介）及处理办法等内容

2. 教学方法与学时分配：主要通过课堂讲授，同时配以较多的图、表、视频资料等进行形象讲解

3. 基本要求：通过本章的讲解，要求同学掌握个人剂量计的原理、特点以及使用方法，了解辐射防护中常用的基本知识

4. 重点重点： 辐射防护中常用的基本知识及使用

第十章 安排同学在一定的专业知识的基础上，使用辐射防护相关命题作专题报告，以加深同学对于辐射防护课程本身的把握以及理解

制定人： 崔莹

审定人：

批准人：

日 期： 2016.04

计算物理课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：计算物理

所属专业：核科学与技术基地班（原子核物理）、核工程与核技术专业

课程性质：专业限选课

学分数：4 学分，72 学时

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：计算物理是科学计算与物理学的交叉学科。科学计算是一门工具性、方法性的学科，发展迅速。它与理论研究和科学实验称为现代科学发展的三种主要手段。得益于计算机和计算数学的发展，近年来计算物理在物理学研究中发挥了巨大的作用。该课程的开课对象为大三的学生，主要学习内容为插值法(三次样条)、傅里叶变换(FFT)、数值积分与数值微分，线性方程组求解，常微分方程及方程组、非线性方程及方程组。

目标与任务：通过本课程的学习，主要是培养学生的理论计算能力，使学生能够通过计算机程序求解简单的物理问题。首先将实际的物理问题转化为数学问题，建立模型；其次根据方程或方程组确定数值解法；最后编写计算程序或使用计算机软件获得数值结果。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

计算物理这门课程主要是将物理学中的问题建立数学模型，进行数值求解。所以首先要求学生具有高等数学和线性代数的基础数学知识，并且具有一定的普通物理和数学物理方法的知识。普通物理和数学物理方法中所遇到的部分物理问题完备的物理模型无法进行精确求解，而简单物理模型获得解无法满足精度的要求。针对这部分物理问题，我们将物理问题离散化，基于计算机程序进行数值求解，最终获取满足精度要求的数值解。

对于量子力学中的薛定谔方程的求解、原子核物理学中的级联衰变等问题，都可以基于计算机程序进行数值求解，最终获取满足精度要求的数值解，实现这些物理问题的求解。

(四) 教材与主要参考书。

教材：《数值分析》 李庆扬 等编著，

参考书：《数值分析》 Timothy Sauer 著，吴兆金 等译；《高等数学》、《线性代数》、百度百科、维基百科、Google 学术 等

二、课程内容与安排

第一章 数值分析与科学计算引论

第一节 数值分析的对象、作用与特点

第二节 数值计算的误差

第三节 误差定性分析与避免误差危害

第四节 数值计算中算法设计的技术

第五节 计算软件

（一）教学方法与学时分配

教学方法：课堂讲授为主，重点突出数值计算中的误差分析的思想和方法，初步掌握算法设计的一些基本思想，课堂练习与讨论结合，多提问题进行数学和物理的联系，为进一步的学习打基础。

学时分配：本章学时分配 6 学时。其中第一、二节 1 个学时；第三节、四节 2.5 个学时；第五、六节 0.5 个学时；上机实习 2 个学时。

（二）内容及基本要求

主要内容：

1、数值误差分析

2、迭代法、切圆法

【重点掌握】：迭代法

【掌握】：误差分析

【了解】：数值计算的软件

【难点】：迭代法

第二章 插值法

第一节 插值问题的提出

第二节 拉格朗日插值

第三节 均差与牛顿插值多项式

第四节 分段低次插值

第五节 三次样条插值

（一）教学方法与学时分配

教学方法：结合实验中的实验数据的处理，拟合等应用，重点讲述差值法的基

本思想，突出三次样条差值在实际工作的应用。结合物理实际，课堂进行程序演示，最后进行上机实习。

学时分配：本章学时分配 11 学时。其中第一、二节 3 个学时；第三节、2 个学时；第四、五节 4 个学时，上机实习 2 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1、拉格朗日差值
- 2、牛顿差值
- 3、三次样条插值

【重点掌握】：三次样条差值

【掌握】：拉格朗日差值法、差分形式的牛顿差值

【了解】：插值余项与误差估计、均差及其性质

【一般了解】：分段低次差值

【难点】：三次样条差值系数求解

第三章 函数逼近与快速傅里叶变换

第一节 函数逼近的基本概念

第二节 三角多项式逼近与快速傅里叶变换

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：结合飞秒激光物理学中的光谱分析技术，简单讲述函数逼近的基本思想，重点介绍在求解薛定谔方程、时频分析等问题时常有的快速傅里叶变换，突出其实际应用。结合时频分析，课堂进行程序演示，最后进行上机实习。

学时分配：本章学时分配 5 学时。其中第一、二节 3 个学时；上机实习 2 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1、拉格朗日差值
- 2、牛顿差值
- 3、三次样条插值

【重点掌握】：快速傅里叶变换

【了解】：函数逼近、函数空间、范数等基本概念

【难点】：傅里叶变换的程序实现

第四章 数值积分与数值微分

第一节 数值积分概论

第二节 牛顿-柯特斯公式

第三节 复合求积公式

第四节 龙贝格求积公式及高斯求积公式

第五节 多重积分

第六节 数值微分

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：结合实验中的实验数据处理过程引入积分和微分的需求，激发学生的学习兴趣。结合具体事例，重点讲述积分求解方法，特别是实际应用较多的复化求积法。结合物理实际，课堂进行程序演示，最后进行复化求积法的上机实习，包括复化梯形和复化辛普森两种方法的实习。

学时分配：本章学时分配 12 学时。其中第一、二节 2 个学时；第三节、4 个学时；第四、五、六节 2 个学时，上机实习 4 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1、复化求积法及余项
- 2、差值求积法及实例牛顿法
- 3、数值微分，差值法及三次样条法

【重点掌握】：复合梯形公式、辛普森求积公式及余项

【掌握】：龙贝格算法、差值求积法

【了解】：代数精度的概念、高斯求积法、三次样条求导

【一般了解】：高次求积法

【难点】：复合辛普森求积法的程序实现

第五章 解线性方程组

第一节 高斯消去法

第二节 矩阵三角分解法

第三节 向量和矩阵的范数

第四节 误差分析

第五节 雅可比迭代法、高斯-塞德尔迭代法

第六节 超松弛迭代法

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：三次样条差值的差值系数的求解问题，实际上就是要求解线性方程组。由此导入线性方程组的求解问题，重点讲述直接求解法中的列主元素消去法和迭代法。列主元素消去法是一种精确的求解方法，但是其数学推导和程序实现都比较困难，迭代法思想简单，且程序实现简单，但是计算时间长。课堂主要进行迭代法的程序演示，最后进行上机实习。

学时分配：本章学时分配 12 学时。其中第一节 3 个学时；第二节 2 个学时；第三、四节 2 个学时，第五、六节 3 个学时，上机实习 2 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1、线性代数基本知识
- 2、高斯消去法、矩阵的三角分解
- 3、迭代法求解线性方程组

【重点掌握】：列主元素消去法、高斯-塞德尔迭代法

【掌握】：高斯消去法、雅可比迭代法

【了解】：向量和矩阵的范数、矩阵的条件数

【一般了解】：超松弛迭代法

【难点】：列主元素消去法的三角分解

第六章 常微分方程初值问题数值解法

第一节 引言

第二节 简单的数值方法

第三节 龙格-库塔方法

第四节 单步法的收敛性与稳定性

第五节 线性多步法

第六节 线性多步法的收敛性与稳定性

第七节 一阶方程组与方程组

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：微分方程的求解应用范围极广，由核物理中的级联衰变的求解问题，导出一个常微分方程组。先讲解如何进行常微分方程的求解，龙格-库塔法及其收敛性、已及线性多步法。并将求解微分方程的方法然后推广到方程组的求解。将龙格-库塔法应用于气泡动力学的问题（2006年硕士论文），课堂进行程序演示，最后进行上机实习。

学时分配：本章学时分配 16 学时。其中第一、二节 2 个学时；第三、四节 3 个学时；第五、六节 3 个学时，第七节 2 个学时，气泡动力学 2 个学时，上机实习 4 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1、龙格-库塔方法
- 2、阿当姆斯显式与隐式公式
- 3、方程组求解

【重点掌握】：龙格-库塔方法

【掌握】：阿当姆斯公式、高阶方程、一阶方程组求解

【了解】：收敛性与稳定性

【难点】：龙格-库塔方法及其程序实现

第七章 非线性方程与方程组的数值解法

第一节 方程求根与二分法

第二节 不动点迭代法及其收敛性

第三节 迭代收敛的加速方法

第四节 牛顿法

第五节 弦截法与抛物线法

(一) 教学方法与学时分配

教学方法：在科学研究中，经常会遇到的一大类问题就是非线性方程的求根问题。一般采用迭代逼近的方法进行求解，重点讲述不动点迭代以及牛顿迭代法。本章采用 PPT 课堂讲授，同时课堂上进行程序演示，最后进行上机实习。

学时分配：本章学时分配 10 学时。其中第一节 2 个学时；第二、三节 2 个学时；第四、五节 4 个学时；上机实习 2 个学时。

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- 1、不动点迭代
- 2、牛顿法
- 3、弦截法

【重点掌握】：牛顿迭代法及其收敛性

【掌握】：不动点与不动点迭代法与其收敛性、弦截法

【了解】：抛物线迭代法

制定人：刘作业

审定人：

批准人：

日期：2016.04

微机原理及实验课程教学大纲

一、课程说明

(一) 课程名称、所属专业、课程性质、学分；

课程名称：微机原理及实验

英文名称：Principle and Experiment of Microcomputer

所属专业：原子核物理、核工程与核技术、辐射防护与核安全

课程性质：必修

学分学时：讲授学时 54，实验课时 18，总学时 72；学分 4

考核方式：考试

(二) 课程简介、目标与任务；

课程简介：微型计算机技术，即单片机技术是一门理论与实践性均很强的学科，是把汇编语言知识、微机接口知识、通信技术知识等综合在一起，属于技术性、工程性、实践性很强的一门课程。

目标与任务：本课程授课对象是核物理、核技术、辐射防护大三本科生，目的是让学生掌握微型计算机的组成原理、CPU 内部结构、存储器、常用 I/O 接口、指令系统、汇编语言等计算机硬件和软件基础知识，培养学生们微型计算机硬件和软件的基本应用能力。通过本课程的学习，使学生掌握微型计算机的主流技术、体系结构以及接口原理，培养学生开发运用微型计算机的能力，为学生今后从事科研以及仪器自动控制打好基础。

(三) 先修课程要求，与先修课与后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接；

先修课：模拟电子技术、数字电子技术

后续相关课程：核技术、自动控制原理

(四) 教材与主要参考书。

教材：《单片机原理及其接口技术》第三版 胡汉才，清华大学出版社

参考书：《单片单板机原理与应用》王长胤，武汉大学出版社

《微型计算机原理及应用》（第三版）郑学坚，清华大学出版社

二、课程内容与安排

第一章 微型计算机基础

第一节 计算机中的数制及数的转换

第二节 计算机中数的表示方法

第三节 计算机中数的表示形式

第四节 计算机中数和字符的编码

第五节 单片微型计算机概述

第六节 计算机的基本工作原理

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：4

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 微型计算机发展概况。
- (2) 微型计算机组成、分类、基本工作原理。
- (3) 计算机数据中的数制和编码。

【掌握】：数制和编码。

【了解】：微型计算机发展概况；微型计算机组成及工作原理。

第二章 MSC-51 单片机结构与时序

第一节 MSC-51 单片机内部结构

第二节 MSC-51 单片机引脚功能

第三节 MSC-51 单片机工作方式

第四节 MSC-51 单片机时序

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：6

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 单片机芯片的内部结构及特点。
- (2) 单片机的引脚。
- (3) 单片机的工作方式。
- (4) 单片机的时序。

【重点掌握】：MCS-51 单片机芯片的内部结构；特殊功能寄存器。

【掌握】：MCS-51 存储器空间；特殊功能寄存器；单片机的引脚。

【了解】：单片机的工作方式；单片机的工作时序。

【一般了解】：复位；时钟。

【难点】：MCS-51 存储器空间；特殊功能寄存器。

第三章 MCS-51 单片机指令系统

第一节 概述

第二节 寻址方式

第三节 数据传送指令

第四节 算术与逻辑运算和移位指令

第五节 控制转移和位操作指令

（一）教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：8

（二）内容及基本要求

主要内容：

(1) 寻址方式。

(2) 各种汇编指令。

【重点掌握】：寻址方式。

【掌握】：各种汇编指令。

【了解】：MCS-51 指令系统的特点；各种指令的机器码。

【难点】：寻址方式。

第四章 汇编语言程序设计

第一节 汇编语言的构成

第二节 汇编语言源程序的设计与汇编

第三节 简单程序与分支程序设计

第四节 循环与查表程序设计

第五节 子程序与运算设计

（一）教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：8

（二）内容及基本要求

主要内容：

(1) 各种汇编程序的设计（顺序、分支、循环）。

(2) 源程序的汇编过程。

【掌握】：汇编程序设计方法。

【了解】：汇编过程。

【难点】：汇编程序设计。

第五章 半导体存储器

第一节 半导体存储器基础

第二节 只读存储器

第三节 随机存取存储器

第四节 MCS-51 和外部存储器的连接

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：4

(二) 内容及基本要求

主要内容：

(1) 存储器的概念及常用存储器芯片介绍。

(2) 存储器的寻址方法。

(3) 存储器与系统的连接。

【掌握】：存储器的寻址方法。

【了解】：存储器的概念；常用存储器芯片介绍；存储器与系统的连接。

【难点】：存储器的寻址方法。

第六章 MCS-51 中断系统

第一节 概述

第二节 MCS-51 的中断系统

第三节 中断控制器 8259A

第四节 MCS-51 对外部中断源的扩展

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：6

(二) 内容及基本要求

主要内容：

(1) 中断概述。

(2) MCS-51 的中断源

(3) 中断控制器以及 MCS-51 对于外部中断源的扩展。

【重点掌握】：中断的优先控制。

【掌握】：I/O 接口的寻址方式。

【了解】：中断技术概念；中断源的种类。

【难点】：中断的优先控制。

第七章 并行 I/O 接口

第一节 概述

第二节 MCS-51 内部 I/O 端口及其应用

第三节 并行 I/O 接口芯片

第四节 MCS-51 并行 I/O 端口的扩展

第五节 MCS-51 对 LED/LCD/键盘的接口

第六节 MCS-51 内部定时器/计数器

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：6

(二) 内容及基本要求

主要内容：

(1) 接口技术原理。

(2) 典型的 I/O 接口芯片。

(3) 微机与显示器、键盘的接口。

【掌握】：微机接口技术原理；典型的并行 I/O 接口芯片。

【了解】：微机与显示器、键盘的接口。

【一般了解】：8279 可编程键盘/显示控制器；微机与打印机的接口。

【难点】：微机与显示器、键盘的接口。

第八章 MCS-51 对 A/D 和 D/A 的接口

第一节 D/A 转换器

第二节 MCS-51 对 D/A 的接口

第三节 A/D 转换器

第四节 MCS-51 对 A/D 的接口

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：6

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) A/D 和 D/A 转换的原理
- (2) A/D 和 D/A 转换的芯片
- (3) MCS-51 对 A/D 和 D/A 芯片的连接

【重点掌握】：定时器 T1。

【掌握】：A/D 和 D/A 转换的原理。

【了解】：A/D 和 D/A 转换的芯片

【难点】：定时器 T2 的控制。

第九章 MCS-51 的串行通信

第一节 串行通信基础

第二节 MCS-51d 串行接口

第三节 MCS-51 串行口的应用

第四节 单片机的多机通信

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：4

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 串行通信的原理与方法。
- (2) MCS-51 的串行通信接口。
- (3) MCS-51 的串行通信应用。

【掌握】：MCS-51 的串行通信接口；串行通信应用。

【了解】：串行通信的原理与方法。

第十章 单片机应用系统的设计

第一节 单片机的总线结构

第二节 单片机前向通道的设计

第三节 单片机后向通道的设计

第四节 单片机应用系统的抗干扰设计

第五节 应用实例——单片机温度控制系统

(一) 教学方法与学时分配

课堂讲授（多媒体与板书结合）；学时：2

(二) 内容及基本要求

主要内容：

- (1) 单片机应用系统的设计。
- (2) 应用实例。

【一般了解】：单片机应用系统的设计。

制定人：王 强

审定人：

批准人：

日 期：2016.04