

《原子物理学》课程教学大纲

一、课程基本信息

英文名称	Atomic Physics	课程代码	PHYS2030
课程性质	大类基础课程	授课对象	物理学专业
学 分	3	学 时	54
主讲教师	董雯、徐新平	修订日期	2021 年 9 月
指定教材	杨福家，原子物理学（第四版）[M]，北京：高等教育出版社，2008.		

二、课程目标

（一）总体目标：

使学生通过以原子结构为中心，以实验事实为线索，了解原子和原子核层次的物质结构及运动和变化规律，揭示宏观现象与规律的本质；学习相关问题所需要的量子力学基本概念，掌握物质微观结构三个层次的物理过程、研究方法，培养创新思维；对物质世界有更深入的认识，获得在本课程领域内分析和处理一些最基本问题的初步能力。

（二）课程目标：

课程目标 1：使学生初步了解并掌握原子的结构和运动规律，了解物质世界的原子特性，原子层次的基本相互作用，为今后继续学习量子力学、固体物理学、近代物理实验等课程打下坚实基础。

课程目标 2：在学习原子物理学的过程中引导学生学会近代物理的研究方法，提高其分析问题和解决问题的能力。

课程目标 3：使学生了解并适当涉及一些正在发展的原子物理学科前沿，扩大视野，引导学生勇于思考、乐于探索发现，培养其良好的科学素质。

课程目标 4：通过重大科学发现过程的讲授和科学家生平事迹的介绍，培养学生树立辩证唯物主义世界观。通过探究式教学，锻炼学生的科学探究和创新能力。通过学习和了解人类对物质结构认识的发展史、教材中的重大科学事件和物理学家的传记等，体会物理学家的物理思想和科学精神，培养学生的爱国热情，探索未知、追求真理、永攀高峰的责任感和使命感。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

表 1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表

课程目标	对应课程内容	对应毕业要求
课程目标 1	第一章第二章第三章第四章 第五章第六章	掌握数学、物理相关的基础知识、基本物理实验方法和实验技能，具有运用物理学理论和方法解决问题、解释或理解物理规律。
课程目标 2	第一章第二章第三章第四章 第五章第六章	了解物理学前沿和发展动态，新技术中的物理思想，熟悉物理学新发现、新理论、新技术对社会的影响。
课程目标 3	第一章第二章第三章第四章	具有围绕科研课题查阅文献、设计研究方案、组织课题研究能力，并能开展数据收集、分析归纳、综合以及撰写报告、论文、参加学术交流能力。
课程目标 4	第一章第二章第三章第六章	掌握必要的电子技术，能运用计算机基本原理和运用相关技术解决科研或管理问题的能力。

（大类基础课程、专业教学课程及开放选修课程按照本科教学手册中各专业拟定的毕业要求填写“对应毕业要求”栏。通识教育课程含通识选修课程、新生研讨课程及公共基础课程，面向专业为工科、师范、医学等有专业认证标准的专业，按照专业认证通用标准填写“对应毕业要求”栏；面向其他尚未有专业认证标准的专业，按照本科教学手册中各专业拟定的毕业要求填写“对应毕业要求”栏。）

三、教学内容

（具体描述各章节教学目标、教学内容等。实验课程可按实验模块描述）

第一章 原子的位形：卢瑟福模型

1. 教学目标

掌握原子的微观尺寸和大小

掌握原子的核式结构模型-卢瑟福模型

2. 教学重难点

卢瑟福核式结构模型、卢瑟福散射公式、散射截面和散射几率的计算

3. 教学内容

- 3.1 电子的发现和性质，原子的大小
- 3.2 原子的结构模型：汤姆孙模型和卢瑟福模型
- 3.3 卢瑟福散射公式、散射截面和散射几率
- 3.4 卢瑟福散射公式的实验验证及卢瑟福模型的局限性

4. 教学方法

教师讲授，多媒体展示

5. 教学评价

课后习题，补充作业

第二章 原子的量子态：玻尔模型

1. 教学目标

- 了解量子论诞生的历史背景
- 掌握玻尔模型的三个假设、玻尔模型的能级
- 掌握玻尔模型解释原子的光谱
- 掌握类氢离子的光谱特征，了解碱金属原子的光谱特征
- 了解弗兰克-赫兹实验

2. 教学重难点

玻尔模型的三个假设和玻尔模型的能级计算

3. 教学内容

- 3.1 量子论的诞生背景：黑体辐射，光电效应和原子光谱简介
- 3.2 玻尔模型的提出
- 3.3 玻尔模型对氢原子光谱的解释
- 3.4 类氢离子的光谱特征和碱金属原子的光谱
- 3.5 弗兰克-赫兹实验简介和玻尔模型的困难

4. 教学方法

教师讲授，多媒体展示

5. 教学评价

课后习题，补充作业

第三章 量子力学导论

1. 教学目标

掌握微观粒子的波粒二象性和不确定关系

了解量子力学的基本方程-薛定谔方程的建立过程

了解微观粒子波函数的物理意义和统计解释

了解氢原子的薛定谔方程的解的物理意义

2. 教学重难点

波粒二象性和不确定关系的理解，薛定谔方程的建立过程

3. 教学内容

3.1 微观粒子的波粒二象性和不确定关系

3.2 波函数的物理意义和统计诠释

3.3 薛定谔方程的提出和建立

3.4 氢原子的薛定谔方程的解的物理意义

4. 教学方法

教师讲授，多媒体展示

5. 教学评价

课后习题，补充作业

第四章 原子的精细结构：电子的自旋

1. 教学目标

学习磁矩和角动量的关系

掌握量子力学中角动量的取值和磁矩

掌握施特恩-盖拉赫实验

掌握电子的自旋提出，利用电子自旋假设解释施特恩-盖拉赫实验和碱金属光谱

掌握塞曼效应的物质本质，学会计算塞曼能级和光谱

2. 教学重难点

磁矩的计算和塞曼效应

3. 教学内容

3.1 电子的轨道磁矩与轨道角动量

3.2 施特恩-盖拉赫实验

3.3 电子自旋假设的提出以及对施特恩实验的解释

3.4 碱金属光谱的实验现象及自旋假设解释

3.5 塞曼效应及其物理解释

4. 教学方法

教师讲授，多媒体展示

5. 教学评价

课后习题，补充作业

第五章 多电子原子：泡利原理

1. 教学目标

掌握两个电子的耦合规则： $L-S$ 耦合和 $j-j$ 耦合

掌握同科电子和非同科电子的合成原子态

掌握泡利不相容原理的应用和原子中核外电子的排布规律

2. 教学重难点

同科电子的耦合和泡利不相容原理的应用

3. 教学内容

3.1 两个电子的耦合和氢原子的能级

3.2 泡利不相容原理和同科电子的合成状态

3.3 元素的周期性质和核外电子的排布规律

3.4 洪特规则和朗德间隔定则

4. 教学方法

教师讲授，多媒体展示

5. 教学评价

课后习题，补充作业

第六章 X 射线

1. 教学目标

了解 X 射线的发现和性质

掌握 X 射线的谱线特征和产生机制

掌握 X 射线与物质的散射：康普顿实验的理论解释

了解 X 射线与物质相互作用后的吸收规律

2. 教学重难点

康普顿散射实验的理论解释

3. 教学内容

3.1 X 射线的发现和性质

3.2 X射线的谱线特征和产生机制

3.3 康普顿散射

3.4 X射线的吸收

4. 教学方法

教师讲授，多媒体展示

5. 教学评价

课后习题，补充作业

四、学时分配

表 2：各章节的具体内容和学时分配表

章节	章节内容	学时分配
第一章	卢瑟福核式结构模型	6
第二章	玻尔模型	9
第三章	量子力学导论	9
第四章	原子的精细结构-电子自旋	9
第五章	多电子原子-泡利原理	6
第六章	X射线	9
其它	绪论，期中考试，期末考试	6

五、教学进度

表 3：教学进度表

周次	章节名称	内容提要	授课时数	作业及要求	备注
1	第一章	电子和原子的性质、卢瑟福模型的提出	3	习题 1-8	

2	第一章	卢瑟福散射公式和散射几率	3	习题 1-8	
3	第二章	量子论提出的历史背景	3	习题 1-10, 第 5 题选做	
4	第二章	玻尔模型的提出、玻尔模型对光谱的解释	3	习题 1-10, 第 5 题选做	
5	第二章	类氢离子和碱金属原子的光谱特征、弗兰克赫兹实验等	3	习题 1-10, 第 5 题选做	
6	第三章	波粒二象性和不确定关系	3	习题 1, 2, 3, 5, 7, 8	
7	第三章	波函数和薛定谔方程	3	习题 1, 2, 3, 5, 7, 8	
8	第三章	氢原子的薛定谔方程解	3	习题 1, 2, 3, 5, 7, 8	
9	第四章	电子轨道磁矩和施特恩-盖拉赫实验	3	习题 1-12	
10	第四章	电子自旋的提出, 电子自旋假设对施特恩-盖拉赫实验和碱金属双线的解释	3	习题 1-12	
11	第四章	塞曼效应	3	习题 1-12	
12	第五章	两个电子的耦合 氦原子的光谱	3	习题 1-12	
13	第五章	泡利不相容原理、同科电子的合成状态	3	习题 1-12	

14	第五章	电子的核外排布规律和基态，元素周期表	3	习题 1-12	
15	第六章	X 射线的发现和性质，X 射线的产生机制	3	习题 1-2	
16	第六章	康普顿散射、X 射线的吸收	3	习题 7-9	
17	期末考试				

六、教材及参考书目

（电子学术资源、纸质学术资源等，按规范方式列举）

1. 杨福家，原子物理学（第四版）[M]，北京：高等教育出版社，2008.
2. 褚圣麟，原子物理学（第四版）[M]，北京：高等教育出版社，1979.

七、教学方法

采用板书和电子讲义的方式，兼取传统与现代化教学手段的优势；采用讲授、讨论、翻转课堂等教学方法和模式；教学中始终突出以学生为本的教育理念，重视课程的规划和建设，按照课程体系制定规范的教学大纲和教学进度表因材施教，使学生掌握物理学的发展脉络和科学思维方法，使学生变被动学习为主动学习，真正达到从会学到好学；通过启发式教学培养学生较强的主动思考习惯，注重对大学生创新思维和实际问题能力的培养；及时与学生进行有效沟通，布置课后作业，必要时进行习题讲解，加深学生理解电磁场本质和辩证唯物主义的时空观，有效培养学生的科学思维能力和问题解决能力。

八、考核方式及评定方法

（一）课程考核与课程目标的对应关系

表 4：课程考核与课程目标的对应关系表

课程目标	考核要点	考核方式
------	------	------

课程目标 1	相关教学内容	考试+平时学习表现+作业
课程目标 2	相关教学内容	考试+平时学习表现+作业
课程目标 3	相关教学内容	考试+平时学习表现+作业
课程目标 4	相关教学内容	考试+平时学习表现+作业

（二）评定方法

1. 评定方法

平时成绩：20%，期中考试：30%，期末考试 50%

2. 课程目标的考核占比与达成度分析

表 5：课程目标的考核占比与达成度分析表

考核占比 课程目标	平时	期中	期末	总评达成度
课程目标 1	20%	30%	50%	（例：课程目标 1 达成度 $= \{0.3 \times \text{平时目标 1 成绩} + 0.2 \times \text{期中目标 1 成绩} + 0.5 \times \text{期末目标 1 成绩}\} / \text{目标 1 总分}$ 。 按课程考核实际情况描述）
课程目标 2	20%	40%	40%	
课程目标 3	20%	20%	30%	
课程目标 4	20%	20%	20%	

（三）评分标准

课程 目标	评分标准				
	90-100	80-89	70-79	60-69	<60
	优	良	中	合格	不合格
	A	B	C	D	F
课程	完全掌握原子的结构和运动规律、物	掌握原子的结构和运动规律、物质世	较好地掌握原子的结构和运动规	基本掌握原子的结构和运动规	没有掌握原子的结构和运动规

课程 目标	评分标准				
	90-100	80-89	70-79	60-69	<60
	优	良	中	合格	不合格
	A	B	C	D	F
目标 1	质世界的原子特性及原子层次的基本相互作用，为今后继续学习量子力学、固体物理学、近代物理实验等课程打下坚实基础。	界的原子特性及原子层次的基本相互作用，为今后继续学习量子力学、固体物理学、近代物理实验等课程打下坚实基础。	律、物质世界的原子特性及原子层次的基本相互作用，为今后继续学习量子力学、固体物理学、近代物理实验等课程打下坚实基础。	律、物质世界的原子特性及原子层次的基本相互作用，为今后继续学习量子力学、固体物理学、近代物理实验等课程打下坚实基础。	律、物质世界的原子特性及原子层次的基本相互作用，为今后继续学习量子力学、固体物理学、近代物理实验等课程打下坚实基础。
课程 目标 2	完全掌握近代物理的研究方法和提高其分析问题和解决问题的能力。	掌握近代物理的研究方法和提高其分析问题和解决问题的能力。	较好地掌握近代物理的研究方法和提高其分析问题和解决问题的能力。	基本掌握近代物理的研究方法和提高其分析问题和解决问题的能力。	没有掌握近代物理的研究方法和提高其分析问题和解决问题的能力。
课程 目标 3	完全了解原子物理学科前沿，乐于探索发现并具备良好的科学素质。	了解原子物理学科前沿，乐于探索发现并具备良好的科学素质。	较好地了解原子物理学科前沿，乐于探索发现并具备良好的科学素质。	基本了解原子物理学科前沿，乐于探索发现并具备良好的科学素质。	不了解原子物理学科前沿，不具备良好的科学素质。
课 程 目 标 4	通过学习和了解人类对物质结构认识的发展史、教材中的重大科学事件和物理学家的传记等，完全掌握物理学家的物理思想、科学精神、探索未知、追求真理、永攀高峰的责任感和使命感。	通过学习和了解人类对物质结构认识的发展史、教材中的重大科学事件和物理学家的传记等，掌握物理学家的物理思想、科学精神、探索未知、追求真理、永攀高峰的责任感和使命感。	通过学习和了解人类对物质结构认识的发展史、教材中的重大科学事件和物理学家的传记等，较好地掌握物理学家的物理思想、科学精神、探索未知、追求真理、永攀高峰的责任感和使命感。	通过学习和了解人类对物质结构认识的发展史、教材中的重大科学事件和物理学家的传记等，基本掌握物理学家的物理思想、科学精神、探索未知、追求真理、永攀高峰的责任感和使命感。	通过学习和了解人类对物质结构认识的发展史、教材中的重大科学事件和物理学家的传记等，没有掌握物理学家的物理思想、科学精神、探索未知、追求真理、永攀高峰的责任感和使命感。