

物理与光电工程学院应用物理学专业

课程教学大纲目录

物理学学科概论.....	1
力学.....	2
热学.....	9
基础物理实验 I	22
C 语言程序设计.....	32
电磁学.....	43
光学.....	55
基础物理实验 II	64
近代物理实验.....	77
复变函数与积分变换.....	95
电路与模拟电子技术.....	96
电路与电子技术实验.....	98
数字电子技术.....	104
数学物理方程与特殊函数.....	106
专业课程.....	107
电磁场与电磁波.....	107
量子力学.....	112
固体物理学 A.....	114
热力学与统计物理.....	116
计算物理学.....	119
半导体物理.....	121
光电子材料与器件 A.....	123
材料科学与工程基础.....	128
材料科学实验.....	131
燃料电池技术.....	134
新能源材料与技术.....	137
材料热力学.....	141
材料设计与模拟计算.....	144
有机光电材料与器件.....	149
太阳能光伏技术.....	151
纳米材料与纳米技术.....	155
自动控制技术 B.....	157
薄膜材料与技术.....	159
半导体照明技术 B.....	161
氢能与新型能源动力系统.....	164
储能材料与技术.....	167
发光材料及应用.....	171
专业英语.....	174
信号与系统 B.....	176
高频电子线路.....	179

单片机原理及应用 B	184
数字信号处理	187
激光原理与技术 B	191
Protel 与电路板设计	195
固体电子学	198
光电子技术	200
可编程逻辑器件	202
光电探测与信号处理 B	204
电子设备散热设计与分析	206
电子材料测试方法	208
嵌入式系统	211
光电系统与控制技术	213
专业英语	216
电子技术课程设计与 CAD(A)	217
新能源材料与工程实训	219
LED 封装实训	220
毕业设计（论文）	222
生产实习	224

物理学学科概论

一、课程基本信息

课程名称：物理学学科概论（Introduction to Physics）

课程编码：0801XK001

学 分：1

总 学 时：16，**理论学时：**16

适用专业：物理类本科专业

课程性质：学科基础课

先修课程：中学物理

开课单位：物电学院

课程负责人：李松 **课程组成员：**所有授课教师

二、课程简介

《物理学学科概论》是我院物理学专业的一门学科基础课程，其目的是通过对物理学相关前沿领域的介绍，使学生对物理学前沿领域的发展动态、发展趋势、研究方法有一定的感性认识，并在此基础上进行深入思考，从而激发学生对物理学专业的学习兴趣，甚至确定未来的专业发展方向。

三、课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

《物理学学科概论》课程是通过活跃在物理学前沿领域的我院在职科研教师、国内外知名大学教师、以及校外科研院所研究人员对他们所从事的前沿领域研究的介绍，使师范生了解物理学前沿领域的发展动态、发展趋势、研究方法和应用前景等。在此基础上，使师范生深入理解物理学的思想方法，树立科学的唯物主义世界观和价值观，具备较强的创新意识和能力。

2、具体目标

课程目标 1：通过对物理学前沿领域研究的介绍，使师范生了解物理学前沿领域的发展动态、发展趋势、研究方法和应用前景等；在此基础上，学生掌握物理学乃至自然科学的一般的科学思想方法，能够用自然辩证法的观点看待和解决问题，具备较强的创新意识和能力。

课程目标 2：通过对物理学前沿的介绍，使学生深入理解物质运动的基本规律，树立科学的唯物主义世界观和价值观。

课程目标 3：学生通过物理学前沿领域进展的介绍，使学生具有一定的信息和资源获取与整合能力。

3、课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
3.学科素养	3.1 掌握物理学的基本知识、基本方法及实验技能，接受科学思维和物理学研究方法的训练，能立足物理学思想和方法深入把握物理学知识体系的发展历史、前沿动态、应用前景。	课程目标 1 课程目标 2
4.教学能力	4.4 具有一定的资源获取与整合能力、物理教育教学研究能力。	课程目标 3

四、课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	物理学前沿讲座
课程目标 1	H
课程目标 2	L
课程目标 3	M

注：表中 L 表示低相关，M 表示中等相关，H 表示高度相关

五、课程内容和学时安排

每次课程开始前的一个月，由课程负责人根据物理学前沿领域发展动态、我院教师在近一年内取得的科研成果情况，拟定 8 个物理学前沿方面的讲座。

讲座突出前沿性，注重物理学思维、物理学基本思想方法和基本研究方法的介绍，鉴于大一刚入学新生的数学基础，讲座内容不纠缠于过多的数学处理。

每次讲座 2 学时，其中讲座 60-75 分钟左右，与学生交流讨论 15-30 分钟左右。

六、课程教学基本方法

课程主要采取讲座的方式。

1. 学生仔细聆听讲座。
2. 结合所听讲座内容，每次讲座撰写一篇小论文。
3. 展示汇报听讲座的感受、体会和启发。

七、课程教学评价与考核方式

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	物理学前沿领域的发展动态、发展趋势、研究方法和应用前景等；物理学乃至自然科学的一般的科学思想方法。	小论文、PPT 展示汇报
课程目标 2	理解物质运动的基本规律，树立科学的唯物主义世界观和价值观。	
课程目标 3	一定的信息和资源获取与整合能力。	

2、成绩评定方法

考核方式：采用平时成绩考核的方式，其中小论文（占比 80%）、PPT 汇报（占比 20%）。

成绩组成：平时成绩占总成绩的 100%。

3、课程目标达成度评价方式

课程教学目标	PPT 汇报		小论文	
	分值	分值	权重	分值
课程目标 1	50	20%	60	80%

课程目标 2	25	20%	10	80%
课程目标 3	25	20%	30	80%

课程目标达成度计算方法：

(1) 课程分目标达成度=课程分目标下各评定方式的“学生平均成绩/分值*权重”之和。

(2) 整体课程目标达成度：各课程分目标达成度的最小值。

八、主要教学资源

- [1] 刘凤英. 物理学概论 [M]. 北京：清华大学出版社，2010 年.
- [2] 张淳民. 物理学概论 [M]. 北京：高等教育出版社，2012 年.
- [3] 张汉壮. 物理学导论 [M]. 北京：高等教育出版社，2016 年.
- [4] 科学网：<http://www.sciencenet.cn/>
- [5] 环球科学（科学美国人中文版）：<https://huanqiukexue.com/>

九、课程学习建议

- 1. 课程负责人应尽可能给学生提供物理学前沿进展方面的电子、视频资料。
- 2. 在确定讲座课题时，应考虑近几年国际物理学研究的重要进展和本院教师重要科研进展。
- 3. 每次讲座后，应留出 15-30 分钟时间与学生交流讨论。

十、评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	对物理学前沿领域的发展动态、发展趋势、研究方法和应用前景等有较深入的了解；能熟练掌握物理学乃至自然科学的一般的科学思想方法。	对物理学前沿领域的发展动态、发展趋势、研究方法和应用前景等有较清晰的了解；能掌握物理学乃至自然科学的一般的科学思想方法。	对物理学前沿领域的发展动态、发展趋势、研究方法和应用前景等有一般的了解；能掌握物理学所使用的通用的科学思想方法。	对物理学前沿领域的发展动态、发展趋势、研究方法和应用前景等有基本的了解；能掌握物理学所使用的基本的科学思想方法。
课程目标 2	能深入理解物质运动的基本规律，能用科学的唯物主义世界观和价值观分析实际问题。	能理解物质运动的基本规律，并树立牢固的唯物主义世界观和价值观。	了解物质运动的基本规律，并具有唯物主义世界观和价值观。	对物质运动的基本规律有初步的理解，有正确的世界观和价值观。
课程目标 3	具备优秀的信息和资源获取与整合能力。	具备良好的信息和资源获取与整合能力。	具备较好的信息和资源获取与整合能力。	具备基本的信息和资源获取与整合能力。

编写人：张华峰

审核人：物电学院本科教学委员会

力学

一、课程基本信息

课程名称：力学 中文名称：力学，英文名称：Mechanics

课程编码：0801XK002

学 分：3.5

总 学 时：56，**理论学时：**56

适用专业：物理类本科专业

课程性质：专业必修课

先修课程：高等数学

开课单位：物电学院

课程负责人：谢丽 **课程组成员：**熊艳

二、课程简介

力学课程是物理专业学生的第一门专业基础课程，通过本课程的教学，要有效地引导学生尽快地适应大学的学习，实现从中学到大学的过渡。具体地说，从主观上让学生明确学习的目的，调动学生学习的积极性和主动性；从内容上让学生比较系统地掌握力学基础理论知识；从方法上使学生掌握物理学学习方法和科学研究方法；从能力上使学生能够准确、灵活地运用力学知识解决具体的力学问题。培养学生处理力学问题的基本能力，为学习后续有关课程和毕业后从事中学物理教学的工作打下基础。

三、课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

力学是研究物体机械运动规律的基础课程，其所包含的基本概念、理论和方法，具有较强的逻辑性、抽象性和广泛的实用性，是整个物理科学的理论基础。通过本课程的学习，使学生熟练掌握物理基本规律、概念及建立物理图示，为后续专业课程奠定基础。在掌握物理学研究思路和科学研究方法的同时，使学生具备独立分析与解决物理学及其它学科中有关力学基本问题的能力，提高他们逻辑思维的严密性与实践能力。在此基础上，通过梳理各物理规律的历史背景及其内在逻辑，帮助学生建立正确的物理思维方式，不仅提高学生的专业知识与能力，还培养与熏陶学生的科学精神、科学态度、科学审美及科学情操。

2、具体目标

课程目标 1： 扎实掌握由实验和观测总结的机械运动的基本概念、原理和规律及其研究方法，构建较为完备的力学知识体系。

课程目标 2： 熟练掌握解决力学问题的一般方法，具备初步解决实际生活力学问题的能力；具备良好的科学本质观，了解物理学与数学、化学等基础、自然学科的关系，为后续课程的学习与专业发展奠定扎实的物理基础。

课程目标 3： 初步掌握物理学研究问题解决问题的思想、概念与方法，培养学生的辩证唯物主义世界观。将物理学史、前沿科学知识以及重大科技实践贯穿于教学中，培养学生吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，帮助他们形成严谨的科学态度和严格的科学作风。

课程目标 4： 学生以小组为单位开展学习，共同进行资料收集、分析、整理，并将学习成果用 PPT 在全班进行汇报，从而培养学生团队协作学习、沟通交流的能力以及良好的和谐的人际关系。

3、课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
3.学科素养	3.1 掌握物理学的基本知识、基本方法及实验技能，接受科学思维和物理学研究方法的训练，能立足物理学思想和方法深	课程目标 1 课程目标 2

	入把握物理学知识体系的发展历史、前沿动态、应用前景。 3.2 了解物理学与数学、化学等学科领域的相关性以及与技术、社会、环境等方面的紧密联系，具有对实际物理问题进行多学科综合分析与探究的能力。	
6.综合育人	6.3 了解物理学在学生世界观的形成、品格的塑造、科学素养的提升、劳动技能的培养等方面的育人价值及其独特的育人方法策略，能结合物理课程特点，挖掘课程思想政治教育资源，将知识学习、能力发展与品德养成相结合，合理设计育人目标、主题和内容，有机开展养成教育，进行综合素质评价，达到教书与育人的统一。	课程目标 3
8.沟通合作	8.1 具有团队协作意识，理解学习共同体的特点与作用，掌握团队协作的基本方法和策略，具有小组互助、合作学习的体验与能力。	课程目标 4

四、课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	第一章	第二章	第三章	第四章	第五章	第六章	第七章	第八章	第九章	第十章
课程目标 1	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
课程目标 2	M	M	M	H	H	H	H	H	H	H
课程目标 3	M	H	M	H	H	H	H	M	H	H
课程目标 4	M	H	H	H	H	H	H	M	H	M

注：表中 L 表示低相关，M 表示中等相关，H 表示高度相关

五、课程内容和学时安排

《力学》总学时分配列表

章节	内容	授课学时	课前、课外自主学习最少学时（预习、复习、练习）
第一章	质点运动学	6	8
第二章	质点动力学	4	6
第三章	非惯性系	4	8
第四章	动量守恒定律	4	6
第五章	机械能守恒定律	6	8
第六章	角动量守恒定律	3	6
第七章	刚体	10	12
第八章	流体	5	8
第九章	振动和波动	10	10
第十章	相对论	4	6
合计		56	78

第一章 质点运动学

【教学目标】理解质点、时刻、时间、位移、路程、速度和加速度等概念会从直线运动的位移图线与速度图线来计算直线运动的位移，速度和加速度。掌握对自然坐标、极坐标的对运动的描写方法和意义。熟练掌握伽利略表达式及思想。支撑课程目标 1、2、3。

【重点】描述质点运动的基本方式。

【难点】质点运动在不同的坐标系中的具体描述。

§1.1 时间、空间，参考系，质点运动的一般描述 2 学时

§1.2 运动参量在不同坐标系中的描述 3 学时

§1.3 相对运动 1 学时

第二章 质点动力学

【教学目标】掌握牛顿运动定律，理解惯性参照系的意义，能正确应用牛顿定律分析力学问题，熟练掌握用隔离体法解题的方法。介绍量纲分析的基本思想与基本方法。支撑课程目标 1、2、3。

【重点】惯性系中的质点动力学基本概念与规律。

【难点】使用微积分及矢量分析等手段处理物理问题的基本方法。

§2.1 牛顿运动定律 1 学时

§2.2 力学中常见的力 1 学时

§2.3 量纲 1 学时

§2.4 质点动力学微分方程 1 学时

第三章 非惯性系

【教学目标】掌握非惯性系下处理质点动力学问题的基本方法；理解相对性原理；掌握惯性离心力、科里奥利力等概念的内涵，能够通过相关规律初步分析解释生活中的部分力学现象。支撑课程目标 2、3。

【重点】非惯性系中的质点动力学基本概念与规律。

【难点】科里奥利力。

§3.1 伽利略变换、相对性原理 1 学时

§3.2 非惯性系下质点动力学 2 学时

§3.3 地球上惯性力引起的自然现象 1 学时

第四章 动量守恒定律

【教学目标】熟练掌握动量守恒定律及其应用；掌握质心运动定律与变质量方程；理解火箭飞行原理。支撑课程目标 1、2、3。

【重点】动量定理和动量定理的应用。

【难点】火箭飞行原理。

§4.1 动量、动量定理 1 学时

§4.2 质点与质点组动量定理与守恒，动量定理的应用 2 学时

§4.3 质心运动定律 1 学时

第五章 机械能守恒定律

【教学目标】理解能量、功、动能、保守力、非保守力、势能等概念。掌握质点和质点组的动能定理及其应用。掌握功能原理和机械能守恒定律，并能运用它们解决动力学问题。掌握对心碰撞运动规律，了解非对心碰撞的运动规律。支撑课程目标 1、2、3。

【重点】功能原理和机械能守恒定律。

【难点】质心系碰撞定理。

§5.1 能量和功 1 学时

§5.2 质点和质点系的动能定理 1 学时

§5.3 保守力的非保守力势能 1 学时

§5.4 功能原理、机械能守恒定律	2 学时
§5.5 对心碰撞，非对心碰撞	1 学时

第六章 角动量守恒定律

【**教学目标**】掌握质点和质点系的角动量定理和角动量守恒律，掌握质点系关于质心的角动量定理和角动量守恒律。支撑课程目标 1、2、3。

【**重点**】质点系角动量守恒定律。

【**难点**】质点系对质心的角动量守恒定律。

§6.1 质点角动量和角动量定理	1 学时
§6.2 质点系角动量定理与角动量守恒定律	1 学时
§6.3 质点系对质心的角动量定理及角动量守恒定律	1 学时

第七章 刚体

【**教学目标**】理解角速度、角加速度、转动惯量、力偶、力矩、定轴转动刚体的角量与线量的关系。掌握作用在刚体上的平面力系和简化方法以及刚体在平面力系作用下的平衡条件。掌握刚体定轴转动的转动定理和动能定理，掌握平行轴定理、垂直轴定理。掌握刚体的平面运动，专题讨论无滑滚动的平面运动。了解自旋与旋进。支撑课程目标 1、2、3。

【**重点**】刚体的定轴转动。

【**难点**】刚体的自旋与旋进。

§7.1 刚体运动的描述	1 学时
§7.2 刚体的质量和质心运动的定理	2 学时
§7.3 刚体定轴转动的角动量转动惯量	2 学时
§7.4 刚体定轴转动的动能定理	2 学时
§7.5 刚体平面运动的动力学	2 学时
§7.6 刚体的平衡，自旋与旋进	1 学时

第八章 流体

【**教学目标**】掌握流体静压强的概念和重力场中静止流体内部压强的分布规律。掌握连续性方程和伯努利方程，及其应用。支撑课程目标 1、2、3。

【**重点**】连续性方程和伯努利方程。

【**难点**】泊肃叶公式。

§8.1 流体静力学	1 学时
§8.2 流体的流动	2 学时
§8.3 伯努利方程及其应用	2 学时

第九章 振动和波动

【**教学目标**】深刻理解振幅，圆频率，位相和位相差等概念，并能熟练地进行有关计算，掌握理解简谐振动的规律。掌握简谐振动的矢量表示法，并能应用它来研究振动的合成问题。理解振动与波动的区别和联系。掌握平面简谐波的规律，理解波的干涉和多普勒效应并能熟练地进行有关计算。支撑课程目标 1、2、3。

【**重点**】简谐振动的规律，平面简谐波的规律。

【**难点**】简谐振动的合成，波的干涉。

§9.1 简谐振动的运动学和动力学特征	2 学时
§9.2 简谐振动的合成	2 学时

§9.3 阻尼振动，受迫振动和共振	1 学时
§9.4 波的基本概念	1 学时
§9.5 平面简谐波的方程	1 学时
§9.6 波动方程、波速、波的能量	1 学时
§9.7 驻波	1 学时
§9.8 多普勒效应	1 学时

第十章 狭义相对论

【**教学目标**】了解狭义相对论的实验基础，基本假设与结论。了解经典时空观与相对论时空观的主要区别。体会相对论时空观的建立对人类认识世界的影响。支撑课程目标 1、2、3。

【**重点**】平面简谐波的规律。

【**难点**】波的干涉。

§10.1 波的基本概念	1 学时
§10.2 平面简谐波的方程	1 学时
§10.3 波动方程、波速	1 学时
§10.4 波的能量，平均能流密度	1 学时

六、课程教学基本方法

1. 讲授法：针对力学的基本概念与规律，采用讲授法，既注重基本概念与规律的物理逻辑体系，又注重数学角度的严密，深入浅出与精讲细琢紧密结合，指向以较为系统的讲授引导学生深度理解力学的基本思维与方法。

2. 讨论法：充分利用习题讨论课及课堂讨论环节，通过具体问题牵引，引领学生深度思考，指向培养学生掌握力学的基础理论和解决力学问题的一般方法及初步解决实际生活力学问题的能力。引领学生学习习惯与思维习惯的养成。引领学生利用力学规律解决实际问题能力的初步养成。

七、课程教学评价与成绩评定方法

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	1. 对于力学基本概念、基本规律的理解与掌握。 2. 应用力学基本规律解决基本力学问题的能力。	提问、作业、分组讨论、思维导图、考试
课程目标 2	1. 力学规律的综合应用能力。 2. 运用力学规律解决生活问题的初步能力。	提问、作业、分组讨论、思维导图、考试
课程目标 3	从科学世界观，科学探索和科学事业三个方面引导学生形成正确的科学本质观，激发学生的民族自豪感和爱国情怀。	课程论文、分组协作+PPT 汇报
课程目标 4	具有较强的组建或融入团队的动机，遵守规则、尽职尽责主动与他人或群体有效配合、协同行动，实现共同目标。	分组协作+PPT 汇报

2、成绩评定方法

考核方式：采用期末考试成绩与平时成绩相结合的方式，其中平时成绩包括作业（占比 10%）、课程思维导图（占比 10%）、PPT 汇报（占比 10%）、小论文（占比 10%）等，期末考试为闭卷考试。

成绩组成：平时成绩占总成绩的 40%，期末考试成绩占总成绩的 60%。

课程目标达成度评价方式

课程教学目标	期末考试		课程思维导图		作业		PPT 汇报		小论文	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重
课程目标 1	70	70%	60	10%	50	10%	10	10%		
课程目标 2	30	50%	40	20%	50	10%	10	20%		
课程目标 3							20	50%	70	50%
课程目标 4							60	70%	30	30%

课程目标达成度计算方法：

1.课程分目标达成度=课程分目标下各评定方式的“学生平均成绩/分值*权重”之和。

2.整体课程目标达成度：各课程分目标达成度的最小值。

八、主要教学资源

1、教材：张昆实，谢丽，Mechanics，华中科技大学出版社，2018 年。

张汉壮，高等教育出版社（第四版），2019 年。

2、主要参考书目

[1]（美）费恩曼(Feynman,R. P.)，（美）莱顿（ Leighton, R. B. ），（美）桑兹(Sands, M.) 著；郑永令等译. 费恩曼物理学讲义：新千年版. 第 1 卷. 上海：上海科学技术出版社，2013 年。

[2] 赵凯华，罗蔚茵编写. 新概念物理教程力学第 2 版. 北京：高等教育出版社，2004 年。

[3] 郑永令，贾起民，方小敏原著；蒋最敏修订. 面向 21 世纪课程教材 力学 第 3 版[M]. 北京：高等教育出版社，2018.08. (4) C. J. Foot, Atomic Physics, 伦敦：牛津大学出版社，2005 年。

[4]丹尼尔·克莱普纳. 力学概论 翻译版 原书第 2 版[M]. 北京：机械工业出版社，2018 年。

3、网上资源：

[1] 国家级精品在线开放课程，中国大学慕课《力学（上）》，吉林大学，“万人计划”教学名师张汉壮教授主讲，<http://www.icourse163.org/course/jlu-68001#/info>

[2] 国家级精品在线开放课程，中国大学慕课《力学（下）》，吉林大学，“万人计划”教学名师张汉壮教授主讲，<http://www.icourse163.org/course/jlu-68002#/info>

[3] 中国大学资源共享课：力学，北京大学，田光善教授主讲

http://www.icourses.cn/coursestatic/course_3572.html

[4] 麻省理工学院公开课：经典力学 <http://v.163.com/special/opencourse/classicalmechanics.html>

九、课程学习建议

作为第一门专业课，除了掌握课程的知识体系外，本门课程的学习对学生适应大学学习生活，实现学习方法的过渡及良好学习习惯的养成上，具有其他课程不可替代的作用。因此，在本门课程学习过程中，应着重加强：

1、自主学习

通过学生独立地分析、探索，实践质疑，创造等方法来实现学习目标。形成自主学习的习惯，通过教材、网络资源进行课前预习，适当结合练习题锻炼分析、解决问题的能力。

2、小组合作学习

学生以学习讨论组为单位针对具体问题进行讨论、分析，并将学习、讨论成果在全班或小范围内

进行展示。通过问题式合作学习、表演式合作学习、讨论式合作学习等方式激发学生的学习兴趣，培养他们的合作意识、集体观念、创新能力、竞争意识。

3、研究性学习

鼓励学生以个人或小组方式提出与课程内容相关的研究课题，分析并提出解决方案。

十、评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	系统掌握力学课程的基本概念与规律，深刻理解相关物理概念与规律的内涵。	熟练掌握力学课程的基本概念与规律，基本理解相关物理概念与规律的内涵。	较好地掌握力学课程的基本概念与规律，了解相关物理概念与规律的内涵。	基本掌握力学课程的基本概念与规律，了解相关物理概念与规律的内涵。
课程目标 2	系统掌握力学处理问题的思路与方法，能够熟练应用力学基本规律解决力学问题。熟练应用数学手段解决物理问题。了解力学与其他自然科学之间的关系。	熟练掌握力学处理问题的思路与方法，能够熟练应用力学基本规律解决力学问题。较好地应用数学手段解决物理问题。了解力学与其他自然科学之间的关系。	较好地掌握力学处理问题的思路与方法，能够应用力学基本规律解决力学问题。能够应用数学手段解决物理问题。了解力学与其他自然科学之间的关系。	基本掌握力学处理问题的思路与方法，能够应用力学基本规律解决基础力学问题。能够应用数学手段解决简单物理问题。了解力学与其他自然科学之间的关系。
课程目标 3	具备很强的吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，形成了严肃的科学态度、严格的科学作风。	具备较强的吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，形成了较好的科学态度、严格的科学作风。	具备一定的吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，形成了一定的科学态度、严格的科学作风。	具备初步的吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，初步形成了科学态度、严格的科学作风。
课程目标 4	具备很好的团队协作学习、沟通交流的能力，具有很好的和谐的人际关系。	具备较好的团队协作学习、沟通交流的能力，具有较好的和谐的人际关系。	具备一定的团队协作学习、沟通交流的能力，具有一定的和谐的人际关系。	具备初步的团队协作学习、沟通交流的能力，具有初步的和谐的人际关系。

编写人：谢丽

审核人：物电学院本科教学委员会

热学

一、课程基本信息

课程名称：中文名称：热学，英文名称：Thermodynamics

课程编码：0801XK003

学 分：2.5

总 学 时：40，**理论学时：**40

适用专业：物理类本科专业

课程性质：专业必修课

先修课程：高等数学、力学

开课单位：物电学院

课程负责人：肖循 **课程组成员：**裴启明、张传钊、金园园

二、课程简介

热学是物理专业高等数学之后的一门物理学学科基础课，热学是热物理学的简称，主要涉及探究与热相关的现象背后的物理机制。通过本课程的学习，使学生系统掌握热学的基本概念和基本知识，建立起鲜明的物理图像，熟悉热学理论的一些实际应用，培养学生分析和解决一般热学问题的能力。

该课程主要包括热现象的宏观理论、热的微观理论以及在物性、相变过程中的综合应用等三块基本内容。由于热学研究对象的普遍性和研究方法的特殊性，使它在物理学体系中和科技领域中都具有重要的地位和作用。其内容包括：导论；分子动理学理论的平衡态理论；输运现象与分子动理学理论的非平衡态理论；热力学第一定律；热力学第二定律与熵；物态与相变。

本课程培养学生宏观和微观的科学思维方法，以及对物质宏观性质的微观本质的认识。本课程既为《热力学与统计物理》、《量子力学》等专业核心课程打下基础，又为学生毕业后从事科学研究、教学和技术工作提供基本的热学知识。

三、课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

热力学与统计物理是研究热运动的规律，以及与热运动有关现象的物理规律。其中热力学部分是以宏观实验定律为基础的唯一理论，而统计物理则是从系统微观结构和相互作用机制出发，用概率论观点建立的微观理论。本课程要求学生理解热力学、统计物理的基本概念、基本定律的公理体系，掌握统计物理的基本方法，理解热力学和统计物理之间的联系，了解本学科和其它物理分支和其它学科之间的联系，为毕业后从事教学、科学研究和技术工作打下坚实的基础。

2、具体目标

课程目标 1：熟练掌握有关物质热运动的基本概念和基本规律，能运用所学的知识解释有关的热现象，并能够胜任中学有关热学知识的教学工作。

课程目标 2：深刻理解物质各种热现象的微观本质，了解统计规律的涵义及方法，理解统计规律在物理中的应用，让学生感受数学工具在物理学中的重要地位。使学生能够应用热学知识独立地解决今后中学物理教学中所遇到的一般问题。

课程目标 3：通过本课程的学习，培养学生理论联系实际，联系热学物理现象的能力；培养学生从热学现象中归纳出物理规律，得到物理规律，用它来解释新的热学现象；通过物理思想和物理方法的认识，培养学生的辩证唯物主义世界观；通过与热力学与统计物理知识相关的实验案例分析以及科学家生平事迹的介绍，培养学生吃苦耐劳、精益求精、勇于创新、追求卓越的“工匠”精神，形成严肃的科学态度、严格的科学作风；培养物理学师范生做中国特色社会主义事业培养合格的建设者和可靠的接班人。

课程目标 4：布置小组为单位的热学扩展知识演讲，要求学生以小组为单位进行资料搜索、分析、整理，并将学习成果用 PPT 在全班进行汇报；布置小组为单位动画演示或实验制作；从而培养学生团队协作学习、沟通交流的能力以及良好的和谐的人际关系。

3、课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
3.学科素养	3.1 掌握物理学的基本知识、基本方法及实验技能，接受科学思维和物理学研究方法的训练，能够立足物理学思想和方法深入把握物理学知识体系的发展历史、前沿动态、应用前景。	课程目标 1 课程目标 2
3.学科素养	3.2 了解物理学与数学、化学等学科领域的相关性以及与技术、社会、环境等方面的紧密联系，具有对实际物理问题进行多学科综合分析探究的能力。	课程目标 2
6.综合育人	6.3 了解物理学的育人价值及其独特的育人途经和方法，能够有机结合物理教学提升学生的科学素养，帮助学生逐步形成辩证唯物主义世界观，培养学生的劳动观念和劳动技能。	课程目标 3
8.沟通合作	8.2 掌握团队协作学习、沟通交流、合作研究的知识与技能，积极参加各类学科竞赛、互助活动、合作学习与研究，并在活动中培养良好的心理承受能力、交流沟通能力、和谐的人际关系和协作解决问题的能力。	课程目标 4

四、课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	第一章	第二章	第三章	第四章	第五章	第六章

课程目标 1	H	H	H	H	H	H
课程目标 2	M	H	M			M
课程目标 3	M	H	H	H	H	M
课程目标 4		L			L	

注：表中 L 表示低相关，M 表示中等相关，H 表示高度相关

五、课程内容和学时安排

《热学》总学时分配列表

章节	内容	授课学时	课前、课外自主学习最少学时（预习、复习、练习）
第一章	导论	7	12
第二章	分子动理学理论的平衡态理论	7	12
第三章	输运现象与分子动理学理论的非平衡态理论	6	10
第四章	热力学第一定律	7	12
第五章	热力学第二定律与熵	7	12
第六章	物态与相变	6	10
合计		40	68

第一章 导论

【教学目标】

- 1、知识目标：了解热物理学的两种描述方法。理解热力学系统的平衡态，掌握判别是否处于平衡态的方法。熟练掌握理想气体的物态方程。掌握热力学第零定律及温度的概念，知道温标是温度的数值表示法。了解摄氏温标、理想气体温标和热力学温标。理解物质的微观模型。了解布朗运动和涨落现象。理解理想气体的微观模型、温度的微观意义。熟练掌握理想气体压强公式和理想气体分子热运动平均平动动能公式。了解分子间作用力曲线和分子间互作用势能曲线。理解范德瓦尔斯方程。支撑课程目标1。
- 2、能力目标：能应用热力学基本定理正确认识热膨胀现象，正确认识温度计的原理和运用。支撑课程目标2、3。
- 3、价值目标：通过古代热胀冷缩用于开山凿河，兴建都江堰；通过对中国高铁的介绍，激发学生的民族自豪感和爱国情怀。支撑课程目标3。

【重点】平衡态；理想气体的微观描述；物态方程。

【难点】分子间作用力势能；真实气体状态方程物态方程。

§1 宏观描述方法与微观描述方法	1学时
1.1热学的研究对象及其特点	
1.2宏观描述方法与微观描述方法	
§2 热力学系统的平衡态	1学时
2.1热力学系统	
2.2平衡态与非平衡态	
2.3热力学平衡	
§3 物态方程	1学时
3.1物态方程	
3.2理想气体物态方程	
3.3混合理想气体物态方程	
§4 温度与温度计	1学时
4.1温度	
4.2热力学第零定律	
4.3温标与理想气体温标	
§5 物质的微观模型	1学时
5.1物质由大数分子组成	
5.2分子热运动的例证——扩散、布朗运动与涨落现象	
5.3分子间的吸引力与排斥力	
§6 理想气体微观描述的初级理论	1学时
6.1理想气体微观模型	
6.2分子碰壁数	
6.3理想气体压强公式	
6.4温度的微观意义	
§7 分子间作用力势能与真实气体状态方程	1学时
7.1分子间相互作用势能曲线	
7.2分子碰撞有效直径	
7.3范德瓦耳斯方程	

第二章 分子动理学理论的平衡态理论

【教学目标】

1、知识目标：了解分子动理论的特点。掌握概率的基本性质和求平均值的基本方法，理解概率分布函数。掌握麦克斯韦速率分布函数，熟练掌握平均速率、方均根速率和最概然速率。理解速度空间概念，掌握麦克斯韦速度分布。理解等温大气压强公式。理解自由度与自由度数，掌握能

量均分定理。支撑课程目标1。

2、能力目标：在掌握概率论基本知识的基础上，得到麦克斯韦速度、速率分布律；灵活掌握数学方法，解决物理问题。支撑课程目标2。

3、价值目标：通过单个粒子的偶然运动形成大量粒子的必然运动，阐明必然性与偶然性之间辩证统一的关系，培养学生辩证唯物主义世界观。地球大气的逃逸问题、行星大气，结合天宫空间站，火星探测，激发学生的民族自豪感和爱国情怀。通过查阅资料，整理热学知识在生活和科技中的其他应用，并做PPT汇报，制作简单的实验演示仪器或动画演示，培养学生团队协作学习、沟通交流、合作研究的知识与技能。支撑课程目标3、4。

【重点】麦克斯韦速率分布律；外力场中自由粒子分布；自由度；能量均分定理。

【难点】速度空间；麦克斯韦速度分布律。

§1 分子动理学理论与统计物理学	自学
1.1 分子动力学理论方法的主要特点	
1.2 热物理学的分类	
§2 概率论的基本知识	1学时
2.1伽尔顿板实验	
2.2概率的定义及其基本性质	
2.3平均值的定义及其运算法则	
2.4概率密度函数及图形表示、物理含义	
§3 麦克斯韦速率分布	2学时
3.1验证麦克斯韦速率分布的分子射线束实验	
3.2 麦克斯韦速率分布函数及其物理意义、分布曲线	
3.3三种速率（平均速率、方均根速率、最概然速率）的比较	
§4 麦克斯韦速度分布	1学时
4.1速度空间的概念	
4.2麦克斯韦速度分布	
4.3如何利用麦克斯韦速度分布导出导出速率分布	
4.4了解相对于最概然速率的麦克斯韦速度分布和速率分布	
§5 气体分子碰壁数及其应用	1学时
5.1气体分子碰壁数公式	
5.2气体压强公式	
§6 外力场中自由粒子分布、玻尔兹曼分布	1学时
6.1 等温大气压强公式	
6.2等温大气标高	
§7 能量均分定理	1学时

- 7.1自由度与自由度数的定义
- 7.2能量均分定理
- 7.3一些常见分子的各种自由度及总自由度

第三章 输运现象与分子动理学理论的非平衡态理论

【教学目标】

- 1、知识目标：了解牛顿粘滞定律、气体粘性微观机理、泊肃叶定律和斯托克斯定律。了解菲克定律、气体热传导微观机理。了解傅里叶定律、气体热传导微观机理。理解碰撞(散射)截面、刚性分子碰撞截面公式。掌握气体分子间平均碰撞频率和分子平均自由程公式。了解气体粘性系数、气体导热系数、气体扩散系数的导出以及它们与温度、压强的关系。了解真空概念、稀薄气体中的热传导现象。支撑课程目标1。
- 2、能力目标：能总结出三种输运现象的内在规律一致性；根据分子平均自由程和碰撞频率，分析判明与系统热力学温度的关系。支撑课程目标2。
- 3、价值目标：介绍温室效应、大气环流及大气中的自然对流传热、太阳能热水器等，阐明世界环境保护的重要性；根据中国的节能减排计划，阐明中国“以人为本”、“保护生态文明”的风范，激发学生的民族自豪感和爱国情怀。支撑课程目标3。

【重点】泊肃叶定律；菲克定律；傅里叶定律；分别由三定律定义的三种输运系数及其导出。

【难点】分子间的平均碰撞频率公式；分子的平均自由程公式及气体分子的自由程分布。

- | | |
|--|------|
| §1 黏性现象的宏观规律 | 1 学时 |
| <ul style="list-style-type: none"> 1.1 层流 湍流 1.2 牛顿黏性定律 1.3 气体粘性的微观机理 1.4 泊肃叶定律 1.5 什么是管道流阻 1.6 斯托克斯定律 | |
| §2 扩散现象的宏观规律 | 1 学时 |
| <ul style="list-style-type: none"> 2.1 菲克定律 2.2 气体扩散的微观机理 | |
| §3 热传导现象的宏观规律 | 1 学时 |
| <ul style="list-style-type: none"> 3.1 傅里叶定律 3.2 气体热传导的微观机理 3.3 利用热阻作简单的热传导计算 | |
| §4 辐射传热 | 自学 |

§5 对流传热	自学
5.1 自然对流	
5.2 牛顿冷却定律	
§6 气体分子平均自由程	1 学时
6.1 什么是碰撞（散射）截面	
6.2 刚性分子的碰撞截面公式	
6.3 气体分子间平均碰撞频率公式	
6.4 气体分子平均自由程公式	
§7 气体分子碰撞的概率分布	1 学时
7.1 气体分子的残存数概率	
7.2 气体分子的自由程分布	
§8 气体输运系数的导出	1 学时
8.1 气体黏性系数的导出	
8.2 气体黏性系数、气体热传导系数、气体扩散系数	
§9 稀薄气体中的输运过程	自学
9.1 稀薄气体的特征	
9.2 真空的概念	
9.3 稀薄气体中的热传导现象	

第四章 热力学第一定律

【教学目标】

1、知识目标：理解准静态过程、可逆与不可逆过程。理解功和热量。熟练掌握准静态过程的功及在 $P-V$ 图上的表示。理解内能是态函数。掌握热力学第一定律。理解定体热容、定压热容、焓的定义和焓的物理意义。熟练掌握热力学第一定律对理想气体的等体、等压、等温、绝热及多方过程的应用。理解热机的效率。掌握卡诺循环和卡诺热机的效率。了解致冷机的致冷系数、卡诺致冷机的致冷系数和焦耳-汤姆孙效应。支撑课程目标1。

2、能力目标：能利用热力学第一定律解决理想气体的等体、等压、等温、绝热及多方过程的功、内能、热之间的关系。熟练分析热力学循环过程，理解热力学第一定律是自然遵守的规律。支撑课程目标2。

3、价值目标：通过宇宙大爆炸和膨胀模型的产生和发展，阐明科学道路上科学家的艰辛探索，培养学生辩证唯物主义思想；了解大气层结构和臭氧层，使学生树立地球是人类的家园的思想，爱护地球，保护环境，是人类共同的目标，培养学生的全球意识和环保意识。支撑课程目标3。

【重点】热力学第一定律基对理想气体的应用；热机及制冷机。

【难点】准静态过程；可逆过程、不可逆过程；

- | | |
|------------------------------------|------|
| §1 可逆与不可逆过程 | 1 学时 |
| 1.1 准静态过程； | |
| 1.2 什么是可逆过程，什么是不可逆过程 | |
| §2 功和热量 | 1 学时 |
| 2.1 功和热量的概念，功和热量都不是状态量而是过程量、均有正负之分 | |
| 2.2 功的几何理解 | |
| 2.3 体积膨胀功 | |
| 2.4 其它形式的功 | |
| §3 热力学第一定律 | 1 学时 |
| 3.1 能量守恒与转换定律应用到热学中就是热力学第一定律 | |
| 3.2 热力学第一定律的数学表达式 | |
| 3.3 什么是内能 | |
| 3.4 内能是态函数热学中的内能一般不包括系统作整体运动的机械能 | |
| §4 热容与焓 | 1 学时 |
| 4.1 几种热容的定义 | |
| 4.2 焓的定义及物理含义（在等压过程中吸收的热量就是焓的改变） | |
| §5 第一定律对气体的应用 | 2 学时 |
| 5.1 理想气体内能仅仅是温度的函数，和体积无关，这一定律称焦耳定律 | |
| 5.2 迈耶公式 | |
| 5.3 理想气体的几种准静态等值（等体、等压、等温、绝热、多方）过程 | |
| §6 热机 | 1 学时 |
| 6.1 什么是热机 | |
| 6.2 热机的三组成部分 | |
| 6.3 热机的效率公式 | |
| 6.4 卡诺热机及其效率 | |
| §7 焦耳-汤姆逊效应与制冷机 | 自学 |
| 7.1 一般制冷机的制冷系数 | |
| 7.2 卡诺制冷机的制冷系数 | |
| 7.3 什么是焦耳-汤姆逊效应（节流效应） | |

第五章 热力学第二定律与熵

【教学目标】

- 1、知识目标：了解热力学第二定律的两种表述及实质；理解用四种不可逆因素判别可逆、不可逆；克劳修斯等式及不等式；卡诺定理；掌握熵、熵增加原理、温—熵图、熵的微观意义；热力学基本关系。支撑课程目标1。
- 2、能力目标：利用热力学第二定律判别系统的热力学进行方向，判断系统的可逆、不可逆；通过热力学第二定律的统计解释，理解热力学第二定律的微观本质；懂得将熵的概念扩展至其他学科领域的意义。支撑课程目标2。
- 3、价值目标：在其他学科领域，熵的内涵丰富，外延扩展；如熵与信息、生命“赖负熵为生”、转基因技术等。通过热学定律和热学概念在其他学科应用和拓展，增强学生专业信心，培养学生科学思维能力和创新能力。支撑课程目标3。

【重点】克劳修斯等式及不等式；卡诺定理；熵增加原理的理解及应用。

【难点】热力学第二定律的两种表述及其等效性。

§1 热力学第二定律的表述及其实质

1 学时

- 1.1 热力学第二定律的两种表述是什么
- 1.2 热力学第二定律的两种表述的等效性的证明
- 1.3 热力学第二定律的实质
- 1.4 热力学第一定律与热力学第二定律的区别与联系

§2 卡诺定理

1 学时

- 2.1 卡诺定理内容
- 2.2 卡诺定理的证明
- 2.3 卡诺定理的应用

§3 熵与熵增加原理

5 学时

- 3.1 克劳修斯等式
- 3.2 熵变计算公式
- 3.3 用熵表示的热容公式
- 3.4 不可逆过程中熵变的计算
- 3.5 温—熵图
- 3.6 理想气体的熵的计算公式
- 3.7 熵增加原理
- 3.8 克劳修斯等式和克劳修斯不等式
- 3.9 热力学基本方程

第六章 物态与相变

【教学目标】

1、知识目标：掌握物质的五种物态；理解液体的短程有序和长程无序；液体分子热运动的特点；液体的流动性；液体的表面现象；相变；了解饱和蒸汽压及饱和蒸汽压方程；克拉珀龙方程。支撑课程目标1。

2、能力目标：观察生活中的物态的变化，能够用热学相变的知识进行解释，了解相图；对于液体表面现象，能够解释树木生长、土壤墒情等等毛细现象。支撑课程目标2。

3、价值目标：介绍超密态物质，激发学生仰望星空的求知欲；介绍液晶和液晶显示器的原理，了解我国作为显示器研发和生产大国的艰苦奋斗之路，激发学生的爱国情怀；介绍水的三种形态，培养学生爱护环境的理念。支撑课程目标3。

【重点】液体的表面张力、表面张力系数；弯曲液面的附加压强的表达式；润湿现象及不润湿现象；毛细现象。

【难点】饱和蒸汽、饱和蒸汽压、饱和蒸汽压方程及饱和蒸汽压曲线。

§1 物质的五种物态

自学

1.1 什么是物态，什么是相，自然界中的五种物态是什么

1.2 晶体的宏观特征是什么，什么是单晶体，什么是多晶体

1.3 晶体的微观结构及长程和短程上均有序

§2 液体

自学

2.1 液体的微观结构及长程无序和短程有序

2.2 液体分子热运动的特点

§3 液体的表面现象

2 学时

3.1 液体的表面张力、表面张力系数

3.2 弯曲液面的附加压强的表达式

3.3 润湿现象、不润湿现象及其定性解释

3.4 毛细现象及生活实例

§4 气液相变

2 学时

4.1 什么是相，什么是相变

4.2 气液相变

4.3 饱和蒸汽、饱和蒸汽压、饱和蒸汽压方程及饱和蒸汽压曲线

4.4 什么是过饱和蒸汽、什么是过热液体（二者均为亚稳态）

4.5 产生沸腾的条件

4.6 真实气体等温线

§5 固—液、固—气相变, 相图

2 学时

5.1 固—液及固—气相变

5.2 相图

5.3 克拉珀龙方程

六、课程教学基本方法

要求学生完成教学内容的预习和已学知识点的复习；课堂上以讲授法为主，结合PPT展示、视频播放、板书推导、适时互动等完成授课内容；课后，通过布置作业，加强学生对知识点的巩固和应用。让学生积极、主动地接受与热学的基本概念、原理和定律，从而学会运用相关知识解决生产、生活和科学研究中的应用，培养学生分析问题、解决问题的能力。

1、注重课前预习和课后复习。热学分宏观和微观研究方法；其中微观研究方法研究的是大量粒子，学生刚接触分子动理学乃至统计物理知识，因此需要通过预习和复习来学习新的物理研究方法。

2、注重课堂学习。该课程的热学的公式多且关系错综复杂；统计物理部分知识点均较难理解且涉及到概率论知识和积分知识，因此在课堂学习中，学生要紧跟老师，积极参与互动并做好课堂笔记，提高课堂学习的质量和效率。

3、充分利用网络资源，了解知识点在实际中的应用。本课程的很多知识点与生活、生产和现代科技紧密相关，要充分利用网络资源搜索相关资料，学会运用理论知识解释实际应用的原理，真正做到学以致用。

七、课程教学评价与考核方式

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	基本概念、基本原理、基本定律	课后作业、期末考试、思维导图
课程目标 2	应用基本概念、基本原理、基本定律分析问题、解决问题的能力；理论知识在生产、生活和科学研究中的应用。	课后作业、期末考试、思维导图
课程目标 3	用具体事实，例如焦耳及热功当量的测定、都江堰工程、制冷技术、温室气体等案例阐明与热学相关的科学家的科学素养和爱国情怀，学生吃苦耐劳、精益求精、勇于创新、追求卓越的“工匠”精神以及辩证唯物主义世界观，形成严肃的科学态度、严格的科学作风。	分组协作+PPT汇报
课程目标 4	知识前沿、热学知识对现代科技、生活生产的影响、运用热学知识解释或纠正生活中与热现象相关的观点等。	动画制作或仪器制作

2、成绩评定方法

考核方式:采用期末考试成绩与平时成绩相结合的方式,其中平时成绩包括作业(占比 10%)、思维导图(占比 10%)、PPT 汇报(占比 10%)、动画制作或仪器制作(占比 10%)等,期末考试(占比 60%)为闭卷考试。

成绩组成:平时成绩占总成绩的 40%,期末考试成绩占总成绩的 60%。

3、课程目标达成度评价方式

课程教学目标	期末考试		思维导图		作业		PPT 汇报		动画制作或仪器制作	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重
课程目标 1	70	60%	60	20%	60	20%				
课程目标 2	30	50%	40	20%	40	30%				
课程目标 3							50	100%		
课程目标 4							50	60%	100	40%

课程目标达成度计算方法:

- (1) 课程分目标达成度=课程分目标下各评定方式的“学生平均成绩/分值*权重”之和。
- (2) 整体课程目标达成度:各课程分目标达成度的最小值。

八、主要教学资源

1、教材:秦允豪,《热学》,高等教育出版社,2018 年 8 月(第四版)

2、参考书目:

- (1)黄淑清、聂宜如、申先甲主编.热学教程.高等教育出版社,1985 年
- (2)李椿、章立源、钱尚武主编.热学.高等教育出版社,1999 年
- (3)赵凯华、罗蔚茵主编.热学.高等教育出版社,1998 年

3、网上资源:

<https://www.abook.hep.com.cn/1250772> 数学课程网站

九、课程学习建议

1、自主学习

形成自主学习的习惯,通过教材、任务单以及网络资料进行课前预习,适当结合练习题锻炼分析、解决问题的能力。

2、小组合作学习

学生以小组为单位针对具体问题进行资料搜索、分析、整理,并将学习成果用 PPT 在全班

进行汇报。

3、研究性学习

鼓励学生以个人或小组方式提出与课程内容相关的研究课题，分析并提出解决方案。

十、评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	熟练掌握热学的基本概念、基本原理、基本定律，构建较为完备的热学知识体系。	较为熟练掌握热学的基本概念、基本原理、基本定律，构建较为完备的热学知识体系。	掌握热学的基本概念、基本原理、基本定律，构建较为完备的热学知识体系。	初步掌握热学的基本概念、基本原理、基本定律，构建较为完备的热学知识体系。
课程目标 2	具备很好的运用热学的基本概念、原理和定律解决一些典型物质系统的热力学性质能力和分析微观世界的思路和方法，且对热学知识在生产、生活和科学研究中的应用非常了解。	具备较好的运用热学的基本概念、原理和定律解决一些典型物质系统的热力学性质能力和分析微观世界的思路和方法，且对热学知识在生产、生活和科学研究中的应用较为了解。	具备一定的运用热学的基本概念、原理和定律解决一些典型物质系统的热力学性质能力和分析微观世界的思路和方法，且对热学知识在生产、生活和科学研究中的应用有一定的了解。	具备初步的运用热学的基本概念、原理和定律解决一些典型物质系统的热力学性质能力和分析微观世界的思路和方法，且对热学知识在生产、生活和科学研究中的应用有初步的了解。
课程目标 3	具备很强的吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，形成了严肃的科学态度、严格的科学作风。	具备较强的吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，形成了较好的科学态度、严格的科学作风。	具备一定的吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，形成了一定的科学态度、严格的科学作风。	具备初步的吃苦耐劳、精益求精、勇于创新的精神，初步形成了一定的科学态度、严格的科学作风。
课程目标 4	具备很好的团队协作学习、沟通交流的能力，具有很好的和谐的人际关系。	具备较好的团队协作学习、沟通交流的能力，具有较好的和谐的人际关系。	具备一定的团队协作学习、沟通交流的能力，具有一定的和谐的人际关系。	具备初步的团队协作学习、沟通交流的能力，有初步的和谐的人际关系。

编 写 人 : 肖 循

审核人：物电学院本科教学委员会

基础物理实验I

一、课程基本信息

课程名称：中文名称：基础物理实验I，英文名称：General Physics Experiments I

课程编码：0801XK060

学 分：1.5

总 学 时：30，**理论学时：**6，**实验学时：**24

适用专业：物理类本科专业

课程类别/性质：学科基础/必修课

先修课程：高等数学、力学、热学

开课单位：物理学院

课程负责人：金园园 **课程组成员：**张传钊、金园园、代榕、赵明、蒋龙、杨琴、徐益平、刘统华、杨勇、杨康、程书博、伊珍、潘焱、赵杰、吴青峰、李玲、李林、姚平、黄春雄、刘孟思、吴望生、苏海涛、雷达、代红权、任作为等

二、课程简介

《基础物理实验 I》是物理专业一门学科基础课程，主要是针对学生“科学物理实验方法”和“实验技能”的基本训练，提高学生科学实验素养，锻炼学生分析和解决实际问题的能力。课程内容包括三部分：物理实验的基本知识和方法、力学实验、热学实验三个基本部分，共开出两次理论课和实验八个（实验采用开放预约形式，学生自主从九个实验项目中选取八个）。本课程的核心内容是：实验方法和实验技能。

该课程是实践性较强的基础课程，必须全面应用前期所学的数学、物理方面的知识。要求学生在学习该课程后，掌握基本的物理实验方法和物理实验技能；具备独立操作相应类型的物理实验设备的能力，以及团队协作的能力和树立实事求是的价值观。保证学生达成专业的相应毕业要求。

三、课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

学生通过本课程掌握物理实验的基本理论、典型的实验方法及其物理思想。学生能够获得必要的实验知识和操作技能训练，培养学生的动手能力、工作能力、创造能力，提高学生分析问题、归纳问题、解决问题的能力，树立实事求是、一丝不苟、严格认真的科学态度。培养学生的团队协作能力，发挥团队精神、互补互助以达到团队最佳效率。

2、具体目标

课程目标 1：使学生掌握实验基本理论，实验误差理论（如测量及其误差，标准偏差，仪器误差等）、有效数字及其运算、测量不确定度及其估算、减小系统误差常用方法等，另外使学生

掌握必要的实验室安全知识和自救技能。

课程目标 2: 使学生掌握物理实验基本知识、基本方法（实验设计方法如：比较法、放大法、补偿法、模拟法、干涉法、转换测量法等；数据处理方法如：列表法、逐差法、作图法、最小二乘法等），掌握基本仪器的使用，加深对物理现象及基础理论知识的理解，培养学生实验动手能力及创新能力。

课程目标 3: 在实验过程中培养学生的团结协作能力，使学生具有协作意识、能相互合作，拥有良好的沟通能力、和谐的人际关系。

3、课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
3.学科素养	3.1 掌握物理学的基本知识、基本方法及实验技能，接受科学思维和物理学研究方法的训练，能够立足物理学思想和方法深入把握物理学知识体系的发展历史、前沿动态、应用前景。	课程目标 1 课程目标 2
8.沟通合作	8.1 具有团队协作意识，明确学习共同体的特点与作用，懂得学习共同体是重要的学习资源。	课程目标 3
	8.2 掌握团队协作学习、沟通交流、合作研究的知识与技能，积极参加各类学科竞赛、互助活动、合作学习与研究，并在活动中培养良好的心理承受能力、交流沟通能力、和谐的人际关系和协作解决问题的能力。	课程目标 3

四、课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	绪论	实验 1	实验 2	实验 3	实验 4	实验 5	实验 6	实验 7	实验 8
课程目标 1	H	H	H	H	H	H	H	H	H
课程目标 2	M	H	H	H	H	H	H	H	H
课程目标 3	L	H	H	H	H	H	H	H	H

注：表中 L 表示低相关，M 表示中等相关，H 表示高度相关

五、课程内容和学时安排

（一）实验基础知识培训（含实验室安全教育）（共 6 学时）支撑支撑毕业要求指标点 3.1。

- 1、实验室安全教育（1 学时）
- 2、实验预约系统的实验和实验上课要求（1 学时）
- 3、基础物理实验方法（1 学时）

4、实验误差处理的理论及方法（2 学时）

5、实验误差处理实例（1 学时）

（二）实验内容与学时分配

序号	实验项目	思政融入点	实验类型				学时	支撑毕业要求指标点
			演示	验证	综合	设计		
1	金属比热容的测量	各种物理比热容不同，进而解释城市热岛效应，呼吁人们热爱环境，保护环境		√			3	3.1、8.1、8.2
2	温度传感器的特性	体温测量在抗击新冠疫情发挥的作用			√		3	3.1、8.1、8.2
3	物质密度的测量	密度知识的应用				√	3	3.1、8.1、8.2
4	三线摆测转动惯量	对两种摆动周期测量，培养学生尊重客观事实，严谨细致的精神		√			3	3.1、8.1、8.2
5	冰的熔化热的测量	冰的溶解联系到南北极冰川的融化，呼吁环保，		√			3	3.1、8.1、8.2
6	空气比热容比的测量	温室气体的排放，碳达峰碳中和		√			3	3.1、8.1、8.2
7	落球法测量液体粘滞系数	通过粘滞力的学习，消除学习生活中的惰性行为			√		3	3.1、8.1、8.2
8	惯性质量的测量	联系生活中的惯性现象，消除不良影响		√			3	3.1、8.1、8.2
9	示波器的调整与使用	将人眼看不见的电信号转换成可见图像显示，寻找问题的根源和意义		√			3	3.1、8.1、8.2

实验一 金属比热容的测量

3 学时

1、目的要求

掌握固体的冷却速率与环境之间的温差关系，掌握测量固体的比热容方法。

2、方法原理

根据牛顿冷却定律，用冷却法测定金属的比热容是量热学中常用方法之一。若已知标准样品在不同温度的比热容，通过作冷却曲线可测量各种金属在不同温度时的比热容。

3、主要实验仪器及材料

冷却法金属比热容测定仪、物理天平

4、掌握要点

热学系统的冷却速率同系统与环境间温度差的关系、如何通过冷却法测定金属

5、实验内容：

- (1) 称量样品质量；
- (2) 给标准样品加热；
- (3) 使样品在防风罩里自然冷却同时记录数据
- (4) 测量待测样品的冷却曲线

实验二 温度传感器的特性

3 学时

1、目的要求

掌握 PT100 热电阻的工作原理和特性；掌握热敏电阻 NTC 的工作原理和特性；掌握 PN 结传感器的工作原理和特性

2、方法原理

铂热电阻的物理化学性能在高温和氧化性介质中很稳定，重复性好，测量精度高，其电阻值与温度之间的关系近似线性关系；NTC 热敏电阻一般采用负电阻温度系数很大的固体多晶半导体氧化物的混合物制成，改变这些混合物的成分和配比，就可获得测温范围、阻值和温度系数不同的 NTC 热敏电阻；PN 结温度传感器是一种半导体敏感器件，它实现温度与电压的转换。

3、主要实验仪器及材料

HLD-WD-III 温度传感器特性综合实验仪，铂热电阻 PT100，NTC 传感器，PN 结传感器，数字万用表。

4、掌握要点

各类温度传感器的物理特性。

5、实验内容：

- (1) 测量铂热电阻传感器的温度曲线 (PT100)；
- (2) 测量负温度系数热敏电阻 NTC 传感器的温度曲线；
- (3) 测量 PN 结传感器的温度曲线。

实验三 物质密度的测量

3 学时

1、目的要求

熟练掌握分析天平的调节和使用方法，掌握静力称衡法。

2、方法原理

$\rho = \frac{m}{V}$ ，质量用天平称量，体积用阿基米德定律求出。

3、主要实验仪器及材料

分析天平、小烧杯、酒精、不规则铜块、 π 型架。

4、掌握要点

分析天平的调节和方法、测量密度的方法：静力称衡法。

5、实验内容：

- (1) 学习调整和使用分析天平。

(2) 用流体静力称衡法测固体的密度。

实验四 三线摆测转动惯量

3 学时

1、目的要求

研究刚体转动时合外力矩与刚体转动角加速度的关系，考查刚体的质量分布改变时，对转动惯量的影响。

2、方法原理

刚体转动定律： $M = I\beta$ ， 平行轴定律： $I = I_0 + mx^2$

3、主要实验仪器及材料

三线摆，秒表，游标卡尺，直尺。

4、掌握要点

三线摆的调节与使用。

5、实验内容：

(1) 测量出三线摆转动的周期、各部分的尺寸，。

(2) 改变重物的位置，考查质量分布对转动的影响。

实验五 冰的熔化热的测量

3 学时

1、目的要求

掌握用基本的量热方法—混合法。

2、方法原理

$\lambda = \frac{C_1(M + W)(t_1 - t_2)}{m} - C_1 t_2$ ，其中 C_1 为水的比热容， M 为水的质量， W 为量热器的

的水当量， m 为冰块的质量， t_1 为初温， t_2 为末温。

3、主要实验仪器及材料

量热器、冰块、温水、天平、温度计、小量筒、吸水纸

4、掌握要点

掌握用混合法测量比热的方法。

5、实验内容：

(1) 称量量热器各部位的质量，以及筒内水的质量。

(2) 从冰水混合物中取出冰块，用吸水纸吸干，放入量热器中，搅拌，达到平衡。

(3) 再次称量量热器的质理，从而求出放入其中冰块的质量。

(4) 利用公式求出冰的融解热，并估算误差。

实验六 空气比热容比的测量

3 学时

1、目的要求

用绝热法测定空气的比热容比值，观察热力学过程中系统状态的变化。

2、方法原理

$\gamma = \frac{p_1}{p_1 - p_2}$ ，其中 p_1 为开始时的压强， p_2 为放气后又达到平衡后的压强。

3、主要实验仪器及材料

空气比热比测定仪

4、掌握要点

掌握在测量过程中四个过程，绝热压缩，等容放热，绝热膨胀，等容吸热。

5、实验内容：

- (1) 测出经过压缩后瓶内空气的压强。
- (2) 经绝热膨胀后又达到热平衡，测出此时的压强。
- (3) 根据公式计算出空气比热容比。

实验七 落球法测量液体粘滞系数

3 学时

1、目的要求

熟练使用基本仪器测量长度、时间和温度，观察液体内部摩擦现象，学会用落球法测量液体的粘滞系数。

2、方法原理

根据斯托克斯定律 $f = 6\pi\eta rv$ ，考虑到各种修正 $\eta = \frac{2(\rho - \rho_0)gr^2t}{9L\left(1 + 2.4\frac{r}{R}\right)\left(1 + 3.3\frac{r}{h}\right)}$

3、主要实验仪器及材料

落球粘度仪、读数显微镜、游标卡尺、米尺、秒表、温度计、比重计、小球、蓖麻油。

4、掌握要点

用粘度仪测粘度的方法。

5、实验内容：

- (1) 调节粘度仪底板上的调螺钉，使玻璃筒轴线沿铅直方向。
- (2) 用游标卡尺测量玻璃筒内径 D ，用米尺测筒上两横线间的距离 L 。
- (3) 用读数显微镜测量小球的直径，测 5 次求平均值。
- (4) 测小球匀速下落通过距离 L 的时间。
- (5) 计算 η 及不确定度，误差。

实验八 惯性质量的测量

3 学时

1、目的要求

掌握惯性秤测定物体质量的原理和方法。

2、方法原理

惯性秤称衡质量，是基于牛顿第二定律，在失重状态下可照常使用。

3、主要实验仪器及材料

惯性秤、秒表定标用标准质量块、待测圆柱体

4、掌握要点

惯性秤称衡质量的原理。

5、实验内容：

(1) 惯性秤的定标，并作出拟合曲线。

(2) 测量待测物的周期，并用拟合公式求出其质量。

实验九 示波器的调整与使用

3 学时

1、目的要求

了解通用示波器的结构和工作原理，掌握各个旋钮的作用和使用方法，学会用示波器观察波形，测量电压，频率和相位差。

2、方法原理

测量电压 $U_{pp} = Y \times \text{偏转因数}$ ， $U_{eff} = \frac{1}{2\sqrt{2}} U_{pp}$ ，测量周期 $T = X \times \text{时基因数}$ 。

3、主要实验仪器及材料

通用示波器、标准信号发生器、函数发生器

4、掌握要点

示波器原理和使用方法以及用示波器测量电压和周期的方法。

5、实验内容：

(1) 观察波形（正弦波）。

(2) 测量交流电压。

(3) 测量周期、频率。

(4) 观察李萨如图形，测量信号的频率。

六、课程教学基本方法

1、学生提前一周预约实验，并且完成预习报告。

2、任课教师简单讲解实验原理。

3、强调实验中应该注意的问题。

4、对核心实验操作步骤进行示范。

5、学生在教师的指导下进行实验。

6、教师根据学生的操作情况和学生测得的实验数据给出操作成绩。

7、要求学生写出完整的实验报告并批改给出报告成绩。

七、课程教学评价与考核方式

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	实验基本理论，实验误差理论（如测量及其误差，标准偏差，仪器误差等）、有效数字及其运算、测量不确定度及其估算、减小系统误差常用方法等，必要的实验室安全知识和自救技能。	操作和实验报告分 实验理论和操作考试分

课程目标 2	物理实验基本知识、基本方法（实验设计方法如：比较法、放大法、补偿法、模拟法、干涉法、转换测量法等；数据处理方法如：列表法、逐差法、作图法、最小二乘法等），基本仪器的使用，物理现象及基础理论知识的理解，实验动手能力及创新能力。	操作和实验报告分 实验理论和操作考 试分
课程目标 3	团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有良好的沟通能力、和谐的人际关系	协作分

2、成绩评定方法

考核方式：每个实验由该实验的任课教师给出操作、协作、实验报告三项分数（百分制），每旷课一次总分扣除 3 分，期末分别进行实验理论和操作考试给出两项分数（百分制）。

成绩组成：总成绩=（操作分*40%+报告分*40%+协作*20%）*80%+理论考试成绩*10%+操作考试成绩*10%-旷课扣分。

3、课程目标达成度评价方式

课程教学 目标	操作		实验报告		协作		实验理论考试		实验操作考试	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重
课程目标 1	50	40%	50	40%			80	10%	50	10%
课程目标 2	50	40%	50	40%			20	10%	50	10%
课程目标 3					100	100%				

课程目标达成度计算方法：

- （1）课程分目标达成度=课程分目标下各评定方式的“学生平均成绩/分值*权重”之和。
- （2）整体课程目标达成度：各课程分目标达成度的最小值。

八、主要教学资源

1、教材：杨长铭. 大学物理实验教程[M]. 武汉大学出版社. 2012 年.

2、参考书目：

- （1）王云才. 大学物理实验教程[M]. 科学出版社. 2016 年.
- （2）田永红. 物理实验[M]. 武汉大学出版社. 2010 年.
- （3）王红理. 大学物理实验[M]. 西安交通大学出版社. 2018 年.

3、网上资源：

<http://psat.yangtzeu.edu.cn/phylab.htm> 长江大学物理实验中心网站

<https://www.icourse163.org/course/XJTU-1206492805#> 西安交通大学慕课

九、课程学习建议

1、实验预习

养成自主学习的习惯，通过教材、任务单以及网络资源进行课前预习，做到心中有数，进入实验室之前清楚实验内容和注意事项。

2、严格按规范进行实验

务必认真听取任课老师的讲解，按照仪器操作规程完成进行实验。

3、协作进行实验

鼓励学生在实验过程中相互协作交流，发现自身问题积极请教同学和老师，同时也能主动帮助同学解决问题，达到共同进步。

十、评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	熟练掌握实验基本理论，实验误差理论、误差计算方法、减小系统误差常用方法等；出众的实验室安全知识和自救技能。	较为熟练掌握实验基本理论，实验误差理论、误差计算方法、减小系统误差常用方法等；不错的实验室安全知识和自救技能。	掌握实验基本理论，实验误差理论、误差计算方法、减小系统误差常用方法等；一定的实验室安全知识和自救技能。	初步掌握实验基本理论，实验误差理论、误差计算方法、减小系统误差常用方法等；一定的实验室安全知识和自救技能。
课程目标 2	熟练掌握物理实验基本知识、基本方法，基本仪器的使用；很好的理解物理现象及基础理论知识；优秀的实验动手能力及创新能力。	较为熟练掌握物理实验基本知识、基本方法，基本仪器的使用；很好的理解物理现象及基础理论知识；良好的实验动手能力及创新能力。	掌握物理实验基本知识、基本方法，基本仪器的使用；很好的理解物理现象及基础理论知识；一定的实验动手能力及创新能力。	具备初步的物理实验基本知识、基本方法，基本仪器的使用；很好的理解物理现象及基础理论知识；一定的实验动手能力及创新能力。
课程目标 3	杰出的团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有高超的沟通能力、和谐的人际关系	良好的团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有较好的沟通能力、和谐的人际关系	具备一定的团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有一定的沟通能力、较好的人际关系	具备初步的团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有一定的沟通能力、一般的人际关系

编写人：姚平

审核人：

物电学院本科教学委员会

C 语言程序设计

一、 课程基本信息

课程名称：中文名称：C 语言程序设计 A，英文名称：C Programming A

课程编码：0801XK004

学分：3

总学时：52，**理论学时：**32，**上机学时：**20

适用专业：物理类本科专业

课程性质：学科基础课

先修课程：大学计算机基础、高等数学

开课单位：物理与光电工程学院

课程负责人：李继军 **课程组成员：**杨勇

二、 课程简介

C 语言是一种被广泛学习、普遍使用的计算机程序设计语言。它的高级语言形式、低级语言功能具有特殊的魅力，是教育部各个课程建设指导委员会推荐的课程。

本课程介绍计算机结构化程序设计的思想、方法和技巧；C 语言的基本知识和概念；C 语言丰富的运算符和数据类型，以及 C 语言的结构控制语句。通过本课程的学习，学生将学会用计算机处理问题的思维方法，增强解决问题的编程实践能力，为后继课程的学习和解决工程问题、科学技术问题奠定基础。

三、 课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

设置本课程的主要目的是使学生掌握用计算机分析和解决问题的思维方法以及程序设计的基本方法，建立从问题到算法再到程序的认知。在问题求解及程序构造和实现的过程中理解高级语言的基本要素以及算法和数据结构在程序构造中的作用。培养综合运用所学程序设计语言和程序设计方法求解科学或工程问题的程序设计和实现能力，为后继课程的学习和将来从事本专业应用程序的开发和解决复杂工程问题奠定基础。

2、具体目标：

课程目标 1：了解 C 语言的基本数据类型、运算符和表达式的构成；掌握分支结构、循环结构、数组、函数、指针、自定义数据类型及文件的使用。

课程目标 2：能够用结构化程序设计思想和方法，设计与描述给定问题的处理过程，以规定形式表达，并能够在给定编译环境设计、实现程序。

3、课程目标与毕业要求对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
3.学科素养	3.2 了解物理学与数学、化学等学科领域的相关性以及与技术、社会、环境等方面的紧密联系，具有对实际物理问题进行多学科综合分析与探究的能力。	课程目标 1 课程目标 2
3.学科素养	3.3 具有良好的教育学、心理学基础知识及现代教育技能，了解物理学习与教学的规律和特点，能综合运用物理学科知识和学习科学知识分析和解决物理教学问题，提高物理教学的科学性和实效性。	课程目标 1 课程目标 2

4.教学能力	4.2 能根据物理学科认知特点、中学生身心发展一般规律和现代信息技术合理开发利用物理课程资源，进行物理教学的综合设计，并用多样化的方式实施物理课堂教学。	课程目标 2
--------	--	--------

四、 课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	第 1 章	第 2 章	第 3 章	第 4 章	第 5 章	第 6 章	第 7 章	第 8 章	第 9 章	第 10 章
课程目标 1	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
课程目标 2	L	H	M	M	M	M	H	M	M	H

注：表中 L 表示低相关，M 表示中等相关，H 表示高度相关

五、 课程内容和学时安排

1、 理论教学学时分配

章节	内容	授课学时	课前、课外自主学习最少学时 (预习、复习、练习)
第 1 章	程序设计和 C 语言	2	2
第 2 章	算法-程序的灵魂	2	2
第 3 章	最简单的 C 程序设计-顺序程序设计	2	2
第 4 章	选择结构程序设计	4	4
第 5 章	循环结构程序设计	4	4
第 6 章	利用数组处理批量数据	4	4
第 7 章	用函数实现模块化程序设计	4	4
第 8 章	善于利用指针	4	4
第 9 章	用户自己建立数据类型	4	4
第 10 章	文件的输入输出	2	2

2、 实验内容及学时分配

实验名称	实验目的	学时
实验一 C 语言程序设计集成环境操作	熟悉 CodeBlock 编译环境；掌握程序基本框架和编写简单程序	2
实验二 顺序结构与选择结构程序设计	掌握赋值语句的使用方法；各种数据类型的输入输出方法；掌握 if 语句的使用；掌握多分支语句 switch 的使用。	2
实验三 循环结构程序设计	掌握 while 语句、do...while 语句和 for 语句实现循环的方法	2
实验四 数组	掌握一维、二维数组的定义、赋值和输入输出的方法；掌握字符数组和字符串函数的使用；掌握与数组有关的算法。	2
实验五 函数	掌握函数的定义；掌握函数调用时，实参与形参的对应关系；掌握全局变量与局部变量的概念和使用	2
实验六 指针	掌握指针变量的定义和使用；正确使用数组的指针和指向数组的指针变量。	2

实验七 用户自己建立数据类型	掌握结构体类型变量的定义和使用；掌握结构体类型数组的概念和应用；了解链表的概念和使用。	4
实验八 文件操作	了解文件和文件指针的概念；能使用文件操作函数实现对文件打开、关闭以及读写操作。	4

第1章 程序设计和C语言

[教学目标]

初步了解计算机的工作原理；掌握十进制、二进制、八进制和十六进制之间的相互转换规则和各种进制数的算术运算规则；掌握机器数中补码的表示方法；了解C语言的发展历史及其基本特性；初步认识C语言程序的基本结构；掌握编制C语言程序的基本步骤。支撑课程目标1。

[重点]

了解一个C语言程序的完整结构，特别是关于源程序、标识符、函数、参数、主函数、变量、函数调用、程序注释等一系列概念的理解和把握。

[难点]

本章难点是机器数的表示及其表示范围、C语言程序结构的正确理解。

[教学要求]

1. 本章作为C语言程序设计的基础内容，要求教师首先应对计算机软、硬件结构作适当的讲解，让学生了解计算机系统的组成及工作原理。
2. 要求教师必须对补码表示方法给与重点介绍，特别是关于补码的运算方法。
3. 要求教师以一些简单的C语言程序为实例，让学生初步了解C语言程序的基本结构及其有关的概念和注意事项；
4. 要求学生通过本章的学习，能够编制相对简单的C语言程序，并能上机调试通过。

[知识点]

1. 计算机系统组成及工作原理；
2. 计算机内部数值的表示及运算。
3. C语言的发展历史及其基本特性；
4. C程序的基本结构；
5. 编写C语言程序的基本步骤。

第2章 算法—程序的灵魂

[教学目标]

理解算法的概念与特性；理解表示算法的三种基本结构；掌握算法的表示方法；掌握结构化程序设计方法。支撑课程目标2。

[重点]

算法的三种基本结构；算法的表示方法。

[难点]

结构化程序设计方法。

[教学要求]

1. 要求教师尽可能地结合实例进行教学。
2. 要求学生通过本章的学习能够理解算法的概念和特性并会用流程图表示具体问题的算法。

[知识点]

1. 算法的概念与特性；

2. 算法的表示方法;
3. 结构化程序设计方法。

第3章 最简单的C程序设计-顺序程序设计

[教学目标]

掌握变量和常量的概念;理解各种类型的数据在内存中的存放形式;掌握各种类型数据的常量的使用方法;掌握各种整型、字符型、浮点型变量的定义和引用方法;掌握数据类型转换的规则以及强制数据类型转换的方法;掌握赋值运算符、算术运算符以及 sizeof 的使用方法;理解运算符的优先级和结合性的概念,记住所学的各种运算符的优先级关系和结合性;把握C语言程序中语句的分类;掌握各种类型数据的格式化输入输出方法;学会简单顺序程序的设计方法;如何养成良好的程序设计习惯。支撑课程目标 1, 2。

[重点]

简单数据类型与表示范围;C语言的运算符与表达式;运算符的优先级和结合性;如何利用 scanf 和 printf 函数实现格式化数据的输入和输出。

[难点]

数据的表示范围;单目运算的结合性;转义字符;运算符的优先级;格式化输入和输出的控制格式的运用。

[教学要求]

1. 要求教师尽可能地结合实例进行教学。
2. 要求教师在C语言基本数据类型及其表示范围方面进行重点详细讲解,让学生充分理解为什么C语言中要使用不同的数据类型,每种数据类型各适用于那些场合。
3. 要求教师对C语言中的运算符及其优先级进行详细讲解,并给出一个综合的应用实例。
4. 要求教师尽可能地结合实例演示数据格式化输入输出中各种格式控制符的作用及技巧;
5. 要求学生通过本章的学习能够对C语言中的简单数据类型、运算符及优先级进行很好的把握,并能通过实际编程加以理解和应用。
6. 通过本章的学习要求学生能熟练的掌握利用 scanf 和 printf 函数进行数据的输入和输出,并对算法及其描述方法(流程图)能够很好的把握,能够编些一般顺序结构的C语言程序。

[知识点]

1. C语言的数据类型;
2. 常量与变量;
3. C语言的运算符与表达式;
4. 运算符的优先级和结合性;
5. C语言程序中语句的分类;
6. C程序中的数据输出;
7. C程序中的数据输入。

第4章 选择结构程序设计

[教学目标]

从总体上理解选择结构程序设计的概念与设计原则;掌握关系运算符、逻辑运算符和条件运算符的用法;掌握关系运算符、逻辑运算符和条件运算符与其它运算符的优先级关系和结合性;掌握 if、switch、break 语句的使用方法。支撑课程目标 1, 2。

[重点]

关系运算符、逻辑运算符和条件运算符与其它运算符的优先级关系和结合性；选择结构的程序设计方法。

[难点]

条件表达式、if 语句与 switch 语句具体应用范围。

[教学要求]

1. 要求教师尽可能地结合实例进行教学；让学生充分了解分支程序中语句执行的走向，以便更好地把握分支程序设计的方法和应用技巧；
2. 要求学生能正确把握 if 语句与 switch 语句应用上的差异，并能熟练使用它们进行分支程序的设计来解决一些实际问题。

[知识点]

1. 关系运算符和关系表达式；
2. 逻辑运算符和逻辑表达式；
3. 条件运算符和条件表达式；
4. if 语句；
5. switch 语句。

第 5 章 循环结构程序设计

[教学目标]

掌握实现循环的基本方法；学会使用 while 语句、do-while 语句、for 语句进行循环程序设计。支撑课程目标 1, 2。

[重点]

三种循环结构的编程方法和各自适用的场合；循环结束条件；break 与 continue 语句的正确使用。

[难点]

循环结束的条件和方法。

[教学要求]

1. 要求教师尽可能地结合实例进行教学；
2. 让学生充分了解循环程序中语句执行的走向，以便更好地把握循环程序设计的方法和应用技巧；
3. 要求学生能正确把握三种循环结构应用上的差异，并能熟练使用它们进行循环程序的设计来解决一些实际问题。

4. [知识点]

1. while 语句、do-while 语句、for 语句；
2. 循环嵌套；
3. 循环结构类型的选择及转换。

第 6 章 利用数组处理批量数据

[教学目标]

理解数组变量在内存中的存放形式；掌握一维数组和二维数组变量的定义和数组元素的引用；掌握各种字符串库函数的用法。支撑课程目标 1, 2。

[重点]

数组的定义与引用；字符串库函数的用法。

[难点]

二维数组的引用；二维数组的理解；字符串与数组。

[教学要求]

1. 要求教师尽可能地结合实例进行教学，特别是数组与内存之间的印象关系要尽可能讲解清楚；
2. 要求学生充分把握数组的具体定义和操作，并能深刻认识数组的应用的重要意义及其应用的方法与技巧；
3. 让学生能利用数组并结合先前学过的有关知识来编制一定难度的 C 语言程序解决有关实际问题。

[知识点]

1. 一维数组的定义与引用；
2. 二维数组的定义与引用；
3. 字符串与数组。

第 7 章 用函数实现模块化程序设计

[教学目标]

理解函数、形参、实参、作用域、生存期的概念；掌握各种函数的定义、原型声明和调用的方法；知道全局变量、局部变量、静态变量、静态函数的作用域和生存期；掌握递归函数的编写规则；掌握利用工程管理程序的方法。支撑课程目标 1, 2。

[重点]

正确理解 C 语言程序中函数的意义；掌握函数参数传递的方法；深刻领会变量的作用域与生存期；掌握函数实现递归程序设计的方法。

[难点]

函数参数传递方法；静态存储类别；递归程序设计。

[教学要求]

1. 要求学生从总体上了函数的基本概念，理解函数定义、声明及引用的方法；掌握变量的作用域与生存期的含义；学会递归程序设计来解决有关问题；
2. 要求学生从结构化程序设计的角度来使用函数编程。

[知识点]

1. 函数的定义和调用；
2. 变量的作用域和存储类别；
3. 函数的嵌套调用和递归调用；
4. 函数的作用域；
5. 函数应用。

第 8 章 善于利用指针

[教学目标]

理解指针的概念；掌握指针变量的定义与引用方法；掌握指针与数组、字符串之间的联系；掌握动态内存分配和释放的方法；掌握带指针型参数和返回指针的函数的定义方法；掌握函数指针的用法。支撑课程目标 1, 2。

[重点]

指针变量的定义与引用；指针数组；数组指针；指针函数；函数指针。

[难点]

多级指针；数组指针；指针函数；函数指针。

[教学要求]

1. 要求教师从内存的角度帮助学生正确的理解 C 语言中指针的含义与作用；
2. 要求学生正确地把握指针与数组、指针与函数之间的关系与应用。
3. 学会利用指针编程来处理有关问题。

[知识点]

1. 指针变量的定义与引用；
2. 指针的运算；
3. 指针与数组；
4. 指针与字符串；
5. 指针与内存的动态分配；
6. 指针与数组作为函数的参数；
7. 指针作为函数的返回值；
8. 函数指针的定义与引用。

第 9 章 用户自己建立数据类型

[教学目标]

掌握结构体、共用体和枚举类型的定义方法；掌握结构体、共用体和枚举变量的定义和引用方法；了解线性链表的创建、插入节点、删除节点和撤销节点的算法。支撑课程目标 1, 2。

[重点]

掌握结构体的定义和使用方法；掌握线性链表的有关操作方法。

[难点]

结构体与指针；线性链表的建立、插入、删除；共用体的定义和赋值。

[教学要求]

1. 要求学生深刻领会结构体类型的实质及其应用领域；
2. 要求学生能正确把握线性链表来解决实际问题的方法和技巧；
3. 要求学生能运用复杂数据类型并结合指针来编写应用程序；

[知识点]

1. 复杂数据类型概念；
2. 结构体；
3. 线性链表；
4. 共用体；
5. 枚举类型变量的定义和引用。

第 10 章 文件的输入输出

[教学目标]

掌握文件的打开、读写、定位以及关闭的方法；掌握缓冲文件系统中有关文件操作的系统函数使用方法；能设计对文件进行简单处理的实用程序。支撑课程目标 1, 2。

[重点]

二进制文件的读写。

[难点]

二进制文件与文本文件的差异；文件的随机读写。

[教学要求]

1. 要求学生深刻认识文本文件与二进制文件的差异。
2. 要求学生能利用 C 语言中文件操作的有关函数编制文件操作的有关程序；

[知识点]

1. 文件概述；
2. 文件指针；
3. 文件的打开、读写和关闭；
4. 文件的定位读写。

六、 课程教学基本方法

利用“互联网+教育”的理念，采用线上线下相结合的教学方法。学生可以在线上完成课前预习和课后复习，简单的概念等基础知识可以在网上提前预习好，教师根据学生网上学习的情况开展线下教学，学生再针对性在线上完成复习。线下课堂教学内容和方式可以根据学生线上学习效果设计。以多媒体教学为主，侧重案例引导，结合课堂程序演示和学生练习，并辅助以编程实验培养学生解决复杂问题的能力。

具体教学方法表现为以下 4 种：

（1）任务驱动教学法：通过简单的相对独立的典型任务学习，不断地提高学生成就感，激发学生的求知欲望，逐步形成一个感知心智活动的良性循环，从而培养独立探索、勇于开拓的创新能力。在具体教学实施时，以“任务”为主线，以“案例”为载体，“教-学-做”有机结合。

（2）师生双讲教学法：这一方法贯穿于整个课程教学过程中，根据课程内容适当采用。针对某一任务或问题，通过探究式的学习，让学生讲述问题解决思路和解决方案，这样可以让学生在获取知识、技能的过程中，开发潜能，培养表达能力，收获快乐。另外，在学生成果展示的时候，也可以采取这种方法，此时可以通过学生自评、互评和教师评价等方式互动交流，表达自己的感受和见解。

（3）小组讨论教学法：根据实际情况将班级学生划分成若干小组，课程学习过程中许多互动活动以小组形式展开，如教学案例程序展示、优秀实训作品展示等。通过小组学习，培养小组成员的责任感，以及与他人的合作、交流与协商能力。

（4）自主学习教学法：在课程教学中，选取部分知识点让学生课外自学，通过课内展示加以巩固，培养学生独立学习能力和表达能力。同时在教学过程中，安排恰当的能力拓展题目供学生课外研究，在培养学生自主学习能力的同时，提高综合编程能力。

七、 教学评价与成绩评定方法

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	掌握十进制、二进制、八进制和十六进制之间的相互转换规则和各种进制数的算术运算规则；掌握机器数中补码的表示方法；C 语言的运算符与表达式；运算符的优先级和结合性；掌握各种类型数据的格式化输入输出方法；关系运算符、逻辑运算符和条件运算符与其它运算符的优先级关系和结合性；一维数组和二维数组变量的定义和数组元素的引用；各种字符串库函数的用法；函数的定义和调用；指针变量的定义与引	课堂讨论、课后作业、上机实验报告、期末考试

	用；结构体、共用体和枚举变量的定义和引用；文件的打开、读写、定位以及关闭的方法	
课程目标 2	条件表达式、if 语句与 switch 语句；while 语句、do-while 语句、for 语句；	课堂讨论、课后作业、上机实验报告、期末考试

2、成绩评定方法

考核方式：采用平时成绩与期末考试成绩相结合的方式，其中平时成绩包括课后作业（占比 40%）、上机实验报告（占比 50%）、课堂讨论（占比 10%）。期末考试成绩为闭卷考试。

成绩组成：平时成绩占总成绩的 30%，期末考试成绩占总成绩的 70%。

3、课程目标达成度评价方式

课程教学 目标	期末考试		课堂讨论		课后作业		上机实验报告	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重
课程目标 1	60	50%	60	10%	60	20%	60	20%
课程目标 2	40	50%	40	10%	40	20%	40	20%

课程目标达成度计算方法：

- (1) **课程分目标达成度**=课程分目标下各评定方式的“学生平均成绩/分值*权重”之和。
- (2) **整体课程目标达成度**：各课程分目标达成度的最小值。

八、 主要教学资源

1、 **教材**：谭浩强著，C 程序设计（第五版），清华大学出版社，2018 年。

2、 参考书目

- (1) 谭浩强 著，C 语言程序设计（第五版）学习辅导，清华大学出版社，2018 年。
- (2) P. J. Deitel 著，C How to Program (Eighth Edition)，电子工业出版社，2017 年
- (3) Stephen Prata 著，姜佑 译，C Primer Plus（第六版），人民邮电出版社，2019 年

3、 网上资源

(1) <https://www.icourse163.org/course/HIT-69005?from=searchPage> C 语言程序设计精髓 国家精品课程

(2) <https://www.icourse163.org/course/ZJU-199001?from=searchPage> 程序设计入门-C 语言 国家精品课程

九、 课程学习建议

1、 自主学习

形成自主学习的习惯，通过教材、网络资源进行课前预习。

2、 小组合作学习

组建学习讨论组，学生以学习讨论组为单位针对具体问题进行讨论、分析。

3、研究性学习

鼓励学生以个人或小组方式提出与课程内容相关的研究课题，分析并提出解决方案。

十、 评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	熟练掌握C语言的基本数据类型、运算符和表达式的构成；掌握分支结构、循环结构、数组、函数、指针、自定义数据类型及文件的使用等基本知识。	较为熟练C语言的基本数据类型、运算符和表达式的构成；掌握分支结构、循环结构、数组、函数、指针、自定义数据类型及文件的使用等基本知识。	掌握C语言的基本数据类型、运算符和表达式的构成；掌握分支结构、循环结构、数组、函数、指针、自定义数据类型及文件的使用等基本知识。	初步掌握C语言的基本数据类型、运算符和表达式的构成；掌握分支结构、循环结构、数组、函数、指针、自定义数据类型及文件的使用等基本知识。
课程目标 2	能够熟练使用结构化程序设计思想和方法，设计与描述给定问题的处理过程，以规定形式表达，并能够在给定编译环境设计、实现程序。	较熟练使用结构化程序设计思想和方法，设计与描述给定问题的处理过程，以规定形式表达，并能够在给定编译环境设计、实现程序。	掌握使用结构化程序设计思想和方法，设计与描述给定问题的处理过程，以规定形式表达，并能够在给定编译环境设计、实现程序。	初步掌握使用结构化程序设计思想和方法，设计与描述给定问题的处理过程，以规定形式表达，并能够在给定编译环境设计、实现程序。

编写人：李继军

审核

人：物电学院本科教学委员会

电磁学

一、课程基本信息

课程名称：中文名称：电磁学，英文名称：Electromagnetism

课程编码：0801XK005

学 分：3.5

总 学 时：56，**理论学时：**56

适用专业：物理类本科专业

课程性质：专业必修课

先修课程：高等数学、力学

开课单位：物理与光电工程学院

课程负责人：吴青峰 **课程组成员：**田永红、赵明、陈虹宇

二、课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

通过本课程的学习，使学生全面理解电磁运动的基本现象、基本概念和基本规律，了解电磁学在现代科学技术中的应用以及我国在电磁学研究领域所取得的重大研究成果。培养学生的科学素养，为后续课程的学习，以及将来从事科学研究、教学和其他工作奠定必要的基础。同时，增强学生的民族自信心和自豪感，培养他们的爱国主义情怀。

2、具体目标

课程目标-1：帮助学生全面理解电磁运动的基本现象、基本概念和基本规律，建立电磁学知识体系的基本框架；（支持学科素养 3.1）

课程目标-2：帮助学生了解电磁学在现代科学技术领域中的应用以及最新进展，培养学生运用电磁学理论分析和解决实际问题的能力；（支持学科素养 3.2）

课程目标-3：培养学生运用数学工具表达物理思想以及分析物理问题的能力；（支持学科素养 3.2）

课程目标-4：使学生了解电磁学发展史上的重大发现和发明，以及我国在电磁学研究 and 应用领域所取得的重大成果，培养他们的科学素养和爱国主义情怀。（支持教育情怀 2.3）

3、课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
2.教育情怀	2.3 具有一定的人文底蕴、深厚的科学精神和素养、科学世界观、正确价值观，刻苦学习、勇于创新，不断完善自我。	课程目标 4
3.学科素养	3.1 掌握物理学的基本知识、基本方法及实验技能，具有科学思维方法、科学精神、创新意识，能够立足物理学思想和方法深入把握物理学知识体系的发展历史、前沿动态、应用前景。	课程目标 1 课程目标 4
3.学科素养	3.2 了解物理学与数学、化学等学科领域的相关性以及与技术、社会、环境等方面的紧密联系，具有对实际物理问题进行多学科综合分析与探究的能力。	课程目标 2 课程目标 3

三、课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	第一章	第二章	第三章	第四章	第五章	第六章	第七章
课程目标-1	H	H	H	H	H	H	H
课程目标-2	M	M	H	H	H	H	M
课程目标-3	H	H	M	H	H	M	H
课程目标-4	M	L	L	H	H	H	H

注：表中 L 表示低相关，M 表示中等相关，H 表示高度相关

四、课程内容和学时安排

《电磁学》总学时分配列表

章节	内容	授课学时	课前、课外自主学习最少学时（预习、复习、练习）
第零章	绪论	1	1
第一章	静电场	12	8
第二章	静电场中的导体和电介质	11	8
第三章	恒定电流	10	4
第四章	恒定磁场	11	8
第五章	电磁感应	6	6
第六章	磁介质	9	8
第七章	Maxwell 电磁理论及电磁波	4	4

合计		64	47
----	--	----	----

第一章 静电场

【教学目标】

- 1、了解库仑定律的建立历史及其适用条件；
- 2、理解静电场中的高斯定理和环路定理所表达的静电场特性；
- 3、掌握应用高斯定理计算电场分布的条件和方法，并能熟练运用高斯定理求解电场分布；
- 4、了解电势的概念，并掌握电势与电场强度之间的关系；
- 5、理解静电能的基本概念，掌握带电体系静电能的计算方法。

【重点】理解高斯定理和环路定理所表达的静电场特性，掌握电势与电场强度之间的关系。

【难点】理解高斯定理和环路定理所表达的静电场特性。

§ 1.1 静电场的基本现象和基本规律 (2学时)

- 1.1.1 两种电荷
- 1.1.2 静电感应 电荷守恒定律
- 1.1.3 导体、绝缘体和半导体
- 1.1.4 物质的电结构
- 1.1.5 库仑定律

§ 1.2 电场 电场强度 (2学时)

- 1.2.1 电场 电场强度矢量
- 1.2.2 电场强度叠加原理及其应用
- 1.2.3 电荷的连续分布
- 1.2.4 矢量场的描述

§ 1.3 高斯定理 (4学时)

- 1.3.1 电场线及其数密度
- 1.3.2 电场强度通量
- 1.3.3 高斯定理的表述与证明
- 1.3.4 从高斯定理看电场线的性质
- 1.3.5 用高斯定理求解具有对称性分布的电场

§ 1.4 电势及其梯度 (2学时)

- 1.4.1 静电场力做功与路径无关

- 1.4.2 电势差与电势
- 1.4.3 电势叠加原理
- 1.4.4 等势面
- 1.4.5 电势的梯度 电场强度与电势之间的关系
- § 1.5 带电体系的静电能 (2学时)
 - 1.5.1 点电荷之间的相互作用能
 - 1.5.2 电荷连续分布的静电能
 - 1.5.3 电荷在外电场中的能量
 - 1.5.4 带电体系的受力问题

第二章 静电场中的导体和电介质

【教学目标】

- 1、掌握导体静电平衡的条件以及静电平衡时导体上电荷的分布特点。了解静电屏蔽现象及其应用；
- 2、了解电容器的电容及储能，会计算电容器的电容以及储能；
- 3、了解电极化强度、极化电荷及退极化场的概念，理解电介质极化的微观机制，掌握极化电荷与电极化强度之间的关系；
- 4、了解电极化率的概念，掌握电介质的极化规律；
- 5、了解电位移矢量的概念，掌握有介质时的高斯定理及其应用；
- 6、掌握电场能量密度公式以及电场能量的计算方法。

【重点】静电平衡时导体的性质，电介质的极化机理及规律，有介质时的高斯定理。

【难点】掌握极化电荷与电极化强度之间的关系。

- § 2.1 静电场的基本现象和基本规律 (3学时)
 - 2.1.1 导体的静电平衡条件
 - 2.1.2 导体达到静电平衡时电荷的分布
 - 2.1.3 静电屏蔽及其应用
- § 2.2 电容及电容器 (2学时)
 - 2.2.1 孤立导体的电容
 - 2.2.2 电容器及其电容
 - 2.2.3 电容器的串并联
 - 2.2.4 电容器的储能
- § 2.3 电介质 (4学时)

- 2.3.1 电介质的极化
- 2.3.2 极化的微观机制
- 2.3.3 电极化强度及其物理含义
- 2.3.4 电介质的极化规律 电极化率
- 2.3.5 电位移矢量与有介质时的高斯定理
- 2.3.6 利用有介质时的高斯定理求解介质中的电场强度
- § 2.4 电场的能量和能量密度 (2学时)
 - 2.4.1 电场能量 电场能量密度公式
 - 2.4.2 利用电场能量密度公式求解电场的能量

第三章 恒定电流

【教学目标】

- 1、了解电流密度矢量的概念，电场强度和电流密度之间的关系；
- 2、掌握电流的连续性方程及稳恒条件，了解电荷分布和静电场在恒定电路中的作用；
- 3、理解金属导电的经典微观解释；
- 4、掌握基尔霍夫第一、二方程组及其在直流电路分析中的应用；
- 5、了解温差电效应及其应用。

【重点】理解电流的连续方程及稳恒条件，金属导电的微观机制。

【难点】理解电荷分布和静电场在恒定电路中的作用。

- § 3.1 电流的恒定条件和导电规律 (2学时)
 - 3.1.1 电流 电流密度矢量
 - 3.1.2 电流的连续方程 恒定条件
 - 3.1.3 欧姆定律的微分形式
 - 3.1.4 电功率 焦耳定律
 - 3.1.5 金属导电的经典微观解释
- § 3.2 电源及电动势 (2学时)
 - 3.2.1 非静电力 电动势
 - 3.2.2 全电路欧姆定律
 - 3.2.3 闭合电路的输出功率
 - 3.2.4 恒定电路中电荷和静电场的作用
- § 3.3 简单电路 (2学时)
 - 3.3.1 串联和并联电路
 - 3.3.2 平衡电桥

- § 3.4 复杂电路 (2学时)
- 3.4.1 基尔霍夫方程组
 - 3.4.2 利用基尔霍夫方程组求解电路问题
- § 3.5 温差电现象 (2学时)
- 3.5.1 汤姆逊效应
 - 3.5.2 佩尔捷效应
 - 3.5.3 温差电效应及其应用

第四章 恒定磁场

【教学目标】

- 1、了解磁现象、磁场以及磁感强度的概念；
- 2、了解安培定律和毕奥萨伐尔定律的建立历史，并掌握其物理含义；
- 3、理解磁场中的高斯定理及安培环路定理所表达的磁场特性；
- 3、理解洛伦兹力、安培力以其它它们之间的关系，了解它们在技术中的应用。

【重点】掌握安培定律、毕奥萨伐尔定律、磁场中的高斯定理及安培环路定理。

【难点】理解安培定律的物理含义。

- § 4.1 恒定磁场 (3学时)
- 4.1.1 磁的基本现象
 - 4.1.2 磁场
 - 4.1.3 安培定律
 - 4.1.4 磁感强度的定义
- § 4.2 载流回路的磁场 (2学时)
- 4.2.1 毕奥—萨伐尔定律
 - 4.2.2 载流直导线、载流圆线圈以及载流螺线管的磁场
- § 4.3 磁场的高斯定理和安培环路定理 (2学时)
- 4.3.1 磁场的高斯定理
 - 4.3.2 安培环路定理的表述及证明
 - 4.3.3 安培环路定理的应用举例
- § 4.4 磁场对载流导线的作用 (2学时)
- 4.4.1 安培力
 - 4.4.2 平行无限长直载流导线之间的相互作用
 - 4.4.3 矩形载流线圈在均匀磁场中所受力矩
 - 4.4.4 载流线圈的磁矩
 - 4.4.5 直流电动机的基本原理

§ 4.5 带电粒子在磁场中的运动 (2学时)

4.5.1 洛伦兹力

4.5.2 洛伦兹力与安培力的关系

4.5.3 带电粒子在磁场中的运动 回旋加速器的基本原理

4.5.4 霍尔效应及其应用

第五章 电磁感应

【教学目标】

- 1、了解电磁感应现象以及电磁感应定律的发现过程，掌握电磁感应定律及楞次定律，并能熟练运用；
- 2、理解感生电场假说；
- 3、了解动生电动势和感生电动势产生原理及其在技术中的应用；
- 4、了解自感和互感现象，掌握自感和互感现象产生的物理机制及其在技术中的应用。

【重点】掌握电磁感应现象、规律及其应用。

【难点】理解感生电场假说的核心思想。

§ 5.1 电磁感应定律 (2学时)

5.1.1 电磁感应现象

5.1.2 法拉第电磁感应定律

5.1.3 楞次定律

5.1.4 涡电流和感生电场假说

5.1.5 电磁阻尼和趋肤效应

§ 5.2 动生电动势和感生电动势 (2学时)

5.2.1 动生电动势

5.2.2 交流发电机原理

5.2.3 感生电动势 涡旋电场

5.2.4 电子感应加速器

§ 5.3 互感和自感 (2学时)

5.3.1 动生电动势

5.3.2 交流发电机原理

5.3.3 感生电动势 涡旋电场

5.3.4 电子感应加速器

第六章 磁介质

【教学目标】

- 1、了解分子电流观点、磁化强度、磁化电流及附加磁场的概念，掌握磁化强度与磁化电流之间的关系；
- 2、掌握有磁介质时的安培环路定理和高斯定理，及其在磁场求解中的应用；
- 3、理解顺磁质、抗磁质和铁磁质的磁化机理；掌握顺磁质的磁化规律；
- 4、掌握磁介质的边界条件以及磁屏蔽现象的解释；
- 5、理解磁场的能量并掌握其计算方法。

【重点】掌握磁介质的磁化机理及规律，有磁介质的安培环路定理及高斯定理。

【难点】理解磁介质的边界条件。

§ 6.1 分子电流观点 (2学时)

6.1.1 磁介质的磁化 磁化强度及其与磁化电流的关系

6.1.2 磁介质内的磁感强度

6.1.3 磁场强度矢量与有介质时的安培环路定理和高斯定理

§ 6.1 介质的磁化规律 (4学时)

6.2.1 磁化率和磁导率

6.2.2 顺磁质和抗磁质

6.2.3 铁磁质的磁化规律

6.2.4 磁滞损耗

6.2.5 铁磁质的分类

6.2.6 铁磁质的微观结构

§ 6.3 边界条件 (2学时)

6.3.1 磁介质的边界条件

6.3.2 磁感应线在边界上的“折射”

6.3.3 磁屏蔽

§ 6.4 磁场的能量和能量密度 (1学时)

6.4.1 磁场的能量密度公式

6.4.2 磁场的能量计算

第七章 麦克斯韦电磁理论及电磁波

【教学目标】

- 1、了解麦克斯韦电磁理论产生的历史背景，理解两个“假说”的核心思想；
- 2、掌握麦克斯韦方程组的积分形式，并理解其物理含义；

3、理解电磁波产生的物理机制，掌握平面电磁波的基本性质；

4、理解光的电磁本质。

【重点】了解麦克斯韦电磁理论产生的历史背景及其两个重要假说的核心思想；掌握麦克斯韦方程组的积分形式及其物理涵义。

【难点】理解位移电流的本质。

§ 7.1 麦克斯韦电磁理论 (2学时)

7.1.1 麦克斯韦电磁理论产生的历史背景

7.1.2 位移电流

7.1.3 麦克斯韦方程组

§ 7.2 电磁波 (2学时)

7.2.1 电磁波的产生和传播

7.2.2 电磁波的性质

7.2.3 光的电磁理论

五、课程教学基本方法

以讲授法为主，结合演示实验、视频资料、分组讨论、学生研究课题展示以及专题讲座等形式，详细讲述电磁运动的基本现象、基本规律以及实际应用。将实验演示、观察、测量、验证与理论推导结合起来，以激发学生的学习兴趣，培养学生的科学思维、创新精神和实践能力。

1、讲座

- (1) 电力平方反比律的精确验证
- (2) 法拉第的学术成就与物理思想
- (3) 麦克斯韦传略

2、学生针对电磁学中的某些有一定理解难度的内容展开小组讨论，并进行展示。

- (1) 电势零点的选择
- (2) 安培力与洛伦兹力
- (3) 感应电动势的相对性
- (4) 电磁场的能量

六、实践教学安排

七、课程教学评价与成绩评定方法

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	库仑定律；场强叠加原理；静电场中的高斯	提问、作业、考试、

	定理、安培环路定理的理解及其应用；电场强度与电势的关系，带电体静电能的计算；静电平衡条件；静电平衡导体电荷分布的特点；电容器的储能计算；电介质的极化机制及规律；有介质时的高斯定理及其应用；电场的能量密度公式；欧姆定律的微分形式；基尔霍夫方程组的应用；毕奥—萨伐尔定理的应用；磁场中的高斯定理及安培环路定理；安培力及力矩的计算；洛伦兹力；电磁感应定律；楞次定律；涡旋电场假说；动生电动势的计算；自感和互感系数的计算；磁场中有介质时的高斯定理和环路定理；磁滞损耗；铁磁质的分类；磁场的能量密度；位移电流假说；麦克斯韦方程组；平面电磁波的性质。	课堂展示
课程目标 2	静电屏蔽及其应用；涡旋电流加热；温差电现象；霍尔效应；回旋加速器；自感和互感的应用；磁屏蔽	提问、讨论、课堂展示
课程目标 3	矢量运算、微积分	作业、考试
课程目标 4	库仑定律的建立；分子电流假说、涡旋电场假说、位移电流假说，麦克斯韦方程组	提问、讨论

2、成绩评定方法

考核方式：采用期末考试成绩与平时成绩相结合的方式，其中平时成绩（作业和小测验）占比约 30%，课堂提问及课程论文占比约 10%，期末考试为闭卷考试，占比约 60%。

成绩组成：平时成绩占总成绩的 40%，期末考试成绩占总成绩的 60%。

教师可参照上述比例根据实际情况做适当调整，但请注意其合理性，其中期末考试成绩所占比例不能低于 50%。

3、课程目标达成度评价方式

评定方式：

1. 期末考试，60%，考察学生对电磁学基本理论的掌握。

2. 作业、课堂小测验与提问，30%，考察学生对课堂所学知识的掌握。
3. 课程小论文或课堂展示，10%，通过撰写小论文或课堂展示加深对知识点的理解。

课程教学目标	期末考试		作业、课堂提问		课程小论文或展示	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重
课程目标 1	60	60%	30	30%	10	10%
课程目标 2			20	50%	20	50%
课程目标 3	20	60%	20	40%		
课程目标 4			10	50%	10	50%

课程目标达成度计算方法：

1. 课程分目标达成度=课程分目标下各评定方式的“学生平均成绩/分值*权重”之和。
2. 整体课程目标达成度：各课程分目标达成度的最小值。

课程教学 目标	作业与测验		课堂参与		期末考试	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重
课程目标 1	30	40%	60	15%	40	60%
课程目标 2	50	50%	30	10%	40	60%
课程目标 3	20	10%	10	10%	20	20%
课程目标 4	10	10%	10	10%	10	5%

八、主要教学资源

1、**教材：**赵凯华，陈熙谋著，电磁学(第三版)，高等教育出版社，2011 年。

2、参考书目：

1. 梁灿彬，秦光戎，梁竹健著，电磁学(第四版)，高等教育出版社，2018 年。

2. 胡友秋，程福臻，叶邦角，刘之景著，电磁学与电动力学（第二版），科学出版社，2016 年。

3、网上资源：

1. <https://www.bilibili.com/video/av49863777?fromvsogou=1&bsource=sogou&fr=seo.bilibili.com> 北京大学 陈秉乾教授教学视频。

九、课程学习建议

1、自主学习

形成自主学习的习惯，通过教材、网络资源进行课前预习，适当结合练习题锻炼分析、解决问题的能力。

2、小组合作学习

学生以学习讨论组为单位针对具体问题进行讨论、分析，并将学习、讨论成果在全班或小范围内进行展示。

3、研究性学习

鼓励学生以个人或小组方式提出与课程内容相关的研究课题，分析并提出解决方案。

十、评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	充分理解电磁运动的基本现象、基本概念和基本规律，并能够熟练地利用电磁学理论分析具体问题	理解电磁运动的基本现象、基本概念和基本规律，并能够较熟练地利用电磁学理论分析具体问题	理解电磁运动的基本现象、基本概念和基本规律，初步掌握利用电磁理论分析具体问题	初步理解电磁运动的基本现象、基本概念和基本规律，对利用电磁理论解决具体问题初步了解
课程目标 2	充分了解电磁学在现代科学技术领域中的应用以及最新进展，具备较强的运用电磁学理论解决实际问题的能力	比较了解电磁学在现代科学技术领域中的应用以及最新进展，具备一定的运用电磁学理论解决实际问题的能力	充分了解电磁学在现代科学技术领域中的应用以及最新进展，尚不具备运用电磁学理论解决实际问题的能力	初步了解电磁学在现代科学技术领域中的应用以及最新进展
课程目标 3	能熟练运用数学工具表达物理思想以及分析电磁学问题	能较熟练运用数学工具表达物理思想以及分析电磁学问题	具备运用数学工具表达物理思想以及分析电磁学问题的能力	初步具备运用数学工具表达物理思想以及分析电磁学问题的能力
课程目标 4	全面了解电磁学发展史上的重大发现和发明，及其发现的背景	比较全面了解电磁学发展史上的重大发现和发明，及其发现的背景	初步了解电磁学发展史上的重大发现和发明，及其发现的背景	对电磁学发展史上的重大发现和发明，及其发现的背景有一定了解

编写人：吴青峰

审核人：物电学院本科教学委员会

光学

一、课程基本信息

课程名称：中文名称：光学，英文名称 Optics

课程编码：0801XK006

学 分：3

总 学 时：48，**理论学时：**48

适用专业：物理类本科专业

课程性质：专业必修课

先修课程：力学、电磁学、高等数学

开课单位：物电学院

课程负责人：孙利辉 **课程组成员：**伊珍、杨琴

二、课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

本课程是研究光的本性、光的传播和光与物质相互作用的一门基础科学。通过本课程的学习，使学生掌握光学的基本概念、基本原理、基本规律和处理问题的基本技巧，并能解决具体的实际问题；知悉现代光学知识及发展趋势，了解光学在科研、生产和生活实践中的应用以及学科发展的历史概况；培养学生科学素养、科学思维方式以及创新精神和实践能力，为继续学习原子物理、电动力学、量子力学等后续课程打下良好的基础，使学生具备从事科学探究和教育研究的潜力。

2、具体目标

课程目标 1：了解认识光的本性，掌握光的传播、发射、接收以及对光与物质相互作用的基本概念和基本规律有比较系统的理解。

课程目标 2：掌握处理光学问题的一般方法，进而培养解决一般物理问题所必需的抽象思维能力，为学习后继有关课程打好必要的基础，并为将来学习和掌握新的科学技术创造条件；同时了解光学知识在生产、生活和科学研究中的应用。

课程目标 3：使学生初步学会应用光学的理论和方法分析、解决一些简单的实际问题；结合课程特点培养学生建立光学模型的初步能力和辩证唯物主义的世界观。通过与光学相关的案例分析以及科学家生平事迹的介绍，培养学生吃苦耐劳、精益求精、勇于创新、追求卓越的“工匠精神”，形成严肃的科学态度、严格的科学作风；通过介绍光学知识在高新技术以及生产生活中的应用，激发学生的自豪感和爱国情怀。

课程目标 4：引入混合式教学模式和翻转课堂，发布任务单，要求学生在线下以小组为单位进行资料搜索、分析、整理、汇报，并将学习成果在全班进行分享，从而培养学生团队协作学习、

沟通交流的能力以及良好的和谐的人际关系。

3、课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
3.学科素养	3.1 掌握物理学的基本知识、基本方法及实验技能，接受科学思维和物理学研究方法的训练，能够立足物理学思想和方法深入把握物理学知识体系的发展历史、前沿动态、应用前景。	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3
3.学科素养	3.2 了解物理学与数学、化学等学科领域的相关性以及与技术、社会、环境等方面的紧密联系，具有对实际物理问题进行多学科综合分析探究的能力。	课程目标 2 课程目标 3
6.综合育人	6.3 了解物理学的育人价值及其独特的育人途经和方法，能够有机结合物理教学提升学生的科学素养，帮助学生逐步形成辩证唯物主义世界观，培养学生的劳动观念和劳动技能。	课程目标 3
8.沟通合作	8.2 掌握团队协作学习、沟通交流、合作研究的知识与技能，积极参加各类学科竞赛、互助活动、合作学习与研究，并在活动中培养良好的心理承受能力、交流沟通能力、和谐的人际关系和协作解决问题的能力。	课程目标 4

三、课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	第一章	第二章	第三章	第四章	第五章	第六章	第七章	第八章
课程目标 1	L	M	H	M	H	L	M	M
课程目标 2	M	H	H	M	H	M	H	L
课程目标 3	H	H	H	M	H	L	M	M
课程目标 4	M	M	M	L	M	L	L	L

注：表中 L 表示低相关，M 表示中等相关，H 表示高度相关

四、课程内容和学时安排

《光学》总学时分配列表

章节	内容	授课学时	课前、课外自主学习最少学时（预习、复习、练习）
第一章	光的干涉	10	14
第二章	光的衍射	8	12
第三章	几何光学基本原理	8	12
第四章	光学仪器基本原理	4	6
第五章	光的偏振	8	12
第六章	光的吸收，散射和色散	4	6
第七章	光的量子性	4	6
第八章	现代光学基础	2	4
合计		48	72

第一章 光的干涉

【教学目标】掌握光的波动性、独立性、叠加性；掌握分波面法和分振幅法产生的光的干涉、干涉条纹的特点，等厚干涉和等倾干涉的定性分析和定量计算；理解光程，光程差与位相差的关系，相干叠加与非相干叠加的区别；了解光的相干性和半波损失的产生；了解菲涅耳公式，多光束干涉和 F—P 干涉仪。支撑课程目标 1-4。

【重点】光程差与位相差的关系，半波损失产生的条件以及相干光的条件；等倾干涉和等厚干涉的分析和计算；多光束干涉。

【难点】各种干涉装置和干涉仪的工作原理；光场的空间相干性和时间相干性；光源线度和单色性对干涉条纹可见度的影响。

§1.1 波动的独立性, 叠加性和相干性 2学时

§1.2 由单色波叠加所形成的干涉图样 2学时

§1.4 干涉条纹的可见度, 光波的时间相干性和空间相干性 2学时

§1.5 分振幅薄膜干涉 2学时

§1.6 迈克耳逊干涉仪	1学
时	
§1.7 法布里—珀罗干涉仪 多光束干涉	1学
时	
§1.8 干涉现象的一些应用——牛顿环	2学
时	

第二章 光的衍射

【教学目标】掌握夫朗和费单缝衍射，圆孔衍射和平面衍射光栅的衍射光强分布特点，熟练运用光栅方程；理解惠更斯——菲涅耳原理；了解菲涅耳半波带法，菲涅耳圆孔、圆盘衍射，晶体对X射线的衍射。支撑课程目标 1-4。

【重点】夫朗和费单缝衍射；圆孔衍射；平面衍射光栅的光强分布特征；光栅方程。

【难点】平面衍射光栅的光强分布特征，光栅方程；惠更斯-菲涅耳原理和菲涅耳半波带法。

§2.1 惠更斯-菲涅耳原理	2学
时	
§2.2 菲涅耳半波带 菲涅耳衍射	2学
时	
§2.3 夫朗和费单缝衍射	1学
时	
§2.4 夫朗和费圆孔衍射	1学
时	
§2.5 平面衍射光栅	2学
时	

第三章 几何光学基本原理

【教学目标】掌握几何光学的基本概念和基本规律,掌握一种符号法则；掌握平面、单球面、若干个单球面组成的光学系统的成像规律和相关的成像计算；掌握光学系统的作图求像方法，复杂光学系统的逐次成像法；理解理想光具组的基点和基面概念，光学纤维的输光原理，棱镜的最小偏向角，棱镜的色散；了解光学发展简史，透镜的等光程性，非球面透镜。支撑课程目标 1-4。

【重点】符号法则；光学系统的成像规律和相关的成像计算。

【难点】光具组的基点和基面概念；棱镜的最小偏向角，棱镜的色散。

§3.1 几个基本的概念和定律 费马原理	1学
时	
§3.2 光在平面界面上的反射和折射、光学纤维	1学时

§3.3 光连续在几个球面界面上反射和折射、虚物的概念	2学时
§3.4 薄透镜	2学时
§3.5 近轴物点近轴光线成像条件	2学时

第四章 光学仪器基本原理

【教学目标】掌握光学仪器的放大本领，非正常眼的矫正，光度学的有关概念及其单位；理解点光源的照度定律，常见光学仪器的结构、原理；了解光学仪器的聚光本领，光学仪器的光阑、光瞳，光学仪器的像差现象。支撑课程目标 1-4。

【重点】助视仪器的放大本领和基本原理；了解光度学的基本概念，光学仪器的光阑、光瞳；光学系统的像差和常见光学仪器的聚光能力。

【难点】了解光度学的基本概念，光学仪器的光阑、光瞳；光学系统的像差和常见光学仪器的聚光能力。

§4.2 助视仪器放大本领	1学时
§4.4 显微镜的放大本领	0.5学时
§4.5 望远镜的放大本领	0.5学时
§4.6 光阑 光瞳	1学时
§4.8 助视仪器的分辨本领	1学时

第五章 光的偏振

【教学目标】掌握起偏、检偏的原理和方法，用惠更斯波面作图法解释晶体的双折射，偏振光的干涉；理解光的偏振现象和光的几种偏振状态，椭圆偏振光的产生和偏振光的检验；了解旋光现象和人为双折射现象。支撑课程目标 1-4。

【重点】起偏和检偏方法，偏振光的干涉，光在单轴晶体中的传播，用惠更斯波面作图法解释晶体的双折射；了解偏振光的检验和几种常见的偏振元件，旋光现象和人为双折射现象。

【难点】用惠更斯波面作图法解释晶体的双折射；旋光现象和人为双折射现象。

§5.1 自然光与偏振光	1学时
§5.2 线偏振光与部分偏振光	1学时

时	
§5.3 光通过单轴晶体时的双折射现象	1学
时	
§5.4 光在晶体中的波面	1学
时	
§5.5 偏振器件	2学
时	
§5.6 椭圆偏振光和圆偏振光	1学
时	
§5.7 偏振态的实验检验	1学
时	

第六章 光的吸收，散射和色散

【**教学目标**】了解常见光现象的理论解释；了解光的吸收，散射和色散现象及规律。支撑课程目标 1-4。

【**重点**】光的吸收，散射和色散规律；了解常见光现象的理论解释。

【**难点**】光的吸收，散射和色散规律。

§6.1 电偶极辐射对反射和折射现象的解释	1学
时	
§6.2 光的吸收	1学
时	
§6.3 光的散射	1学
时	
§6.4 光的色散	1学
时	

第七章 光的量子性

【**教学目标**】掌握热辐射的基本概念，黑体经典辐射定律和普朗克辐射定律，光电效应和康普顿效应的基本规律和理论解释；了解群速度和相速度及其关系，德布罗意波，光的波粒二象性。支撑课程目标 1-4。

【**重点**】黑体经典辐射定律和普朗克辐射定律；光电效应和康普顿效应的基本规律和理论。

【**难点**】黑体经典辐射定律和普朗克辐射定律；德布罗意波，光的波粒二象性。

§7.1 光速 米的定义	1学时
--------------	-----

§7.2 经典辐射定律，普朗克辐射公式	1学时
§7.3 光电效应	1学时
§7.4 爱因斯坦的量子解释	1学时

第八章 现代光学基础

【**教学目标**】介绍激光的特点和应用，激光器的基本组成；了解信息存储技术基本原理。支撑课程目标 1-4。

【**重点**】了解激光器的基本组成和激光的特性；了解信息存储技术。

【**难点**】激光器的基本组成；信息存储技术

§8.1 光与原子相互作用	1学时
§8.2 激光原理	0.5学时
§8.3 激光的特性	0.5学时
§8.4 信息存储技术（自学）	

六、课程教学评价与成绩评定方法

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	基本概念、基本原理、基本定律	课前任务单+课堂讨论、课后作业、期末考试
课程目标 2	应用基本概念、基本原理、基本定律分析问题、解决问题的能力；理论知识在生产、生活和科学研究中的应用。	课前任务单+课堂讨论、课后作业、期末考试
课程目标 3	围绕中国“天眼”和南仁东、王大衍、蒋祝英、光的波粒二象性、激光致冷技术、光镊、量子通信等案例阐明与光学相关的科学家的科学素养和爱国情怀，学生吃苦耐劳、精益求精、勇于创新、追求卓越的“工匠”精神以及辩证唯物主义世界观，形成严肃的科学态度、严格的科学作风。	分组协作+光学课程论坛汇报
课程目标 4	引入混合式教学模式和翻转课堂，发布任务单，要求学生在线下以小组为单位进行资料搜索、分析、整理、汇报，并将学习成果在全班进行分享，从而培养学生团队协作学习、沟通交流的能力以及良好的和谐的人际关系。	分组协作+光学课程论坛汇报

2、成绩评定方法

考核方式:采用期末考试成绩与平时成绩相结合的方式,其中平时成绩包括作业(占比 10%)、任务单与课堂讨论(占比 10%)、光学课程论坛汇报(占比 10%)、网上平台(占比 10%)等,期末考试为闭卷考试。

成绩组成:平时成绩占总成绩的 40%,期末考试成绩占总成绩的 60%。

3、课程目标达成度评价方式

课程教学目标	期末考试		任务单+翻转课堂讨论		作业		光学课程论坛汇报		网上平台	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重
课程目标 1	70	60%	60	20%	60	20%				
课程目标 2	30	50%	40	20%	40	30%				
课程目标 3							50	100%		
课程目标 4							50	60%	100	40%

课程目标达成度计算方法:

1.课程分目标达成度=课程分目标下各评定方式的“学生平均成绩/分值*权重”之和。

2.整体课程目标达成度:各课程分目标达成度的最小值。

七、主要教学资源

1、教材:姚启均原著.华东师大光学教材组改编.高等教育出版社,2019年第6版.

2、参考书目

(1)郭永康,光学,高等教育出版社 2017 年

(2)吴强,光学,科学出版社 2007 年

(3)赵凯华,光学,北大出版社 2012 年.

3、网上资源:

(1)<https://www.icourse163.org/learn/HUSE-1449628162?tid=1450064446#/learn/announce>
湖南科技学院, 中国大学 MOOC (慕课)

(2)<https://www.icourse163.org/course/SUDA-146165513> 苏州大学, 中国大学慕课

八、课程学习建议

1、自主学习

形成自主学习的习惯,通过教材、网络资源进行课前预习,适当结合练习题锻炼分析、解决问题的能力。

2、小组合作学习

学生以小组为单位针对具体问题进行搜索、分析、整理,并将学习成果用 PPT 在全班进行汇报。

3、研究性学习

鼓励学生以个人或小组方式提出与课程内容相关的研究课题,分析并提出解决方案。

九、评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	熟练掌握研究光学问题的方法，充分理解光与物质相互作用的基本概念和基本规律，非常了解相关物理领域的理论知识	较为熟练掌握光学问题的方法，较为充分理解光与物质相互作用的基本概念和基本规律，比较了解相关物理领域的理论知识	掌握研究光学问题的方法，理解光与物质相互作用的基本概念和基本规律，了解相关物理领域的理论知识	初步掌握研究光学问题的方法，基本理解与物质相互作用的基本概念和基本规律，初步了解相关物理领域的理论知识
课程目标 2	熟练掌握处理光学问题的一般方法，具备很好的区别和联系实验和理论的能力以及实验和理论相结合解决问题的能力	较熟练掌握光学问题的一般方法，具备较好的区别和联系实验和理论的能力以及实验和理论相结合解决问题的能力	掌握光学问题的一般方法，具备区别和联系实验和理论的能力以及实验和理论相结合解决问题的能力	初步掌握光学问题的一般方法，具备初步区别和联系实验和理论的能力以及实验和理论相结合解决问题的能力
课程目标 3	非常了解光学以及现代光学的发展历史和其中科学工作者的工作历程，具备很好的科学观，为后续学习及研究打下了牢固的基础	较了解光学以及现代光学的发展历史和其中科学工作者的工作历程，具备好的科学观，为后续学习及研究打下了牢固的基础	了解光学以及现代光学的发展历史和其中科学工作者的工作历程，具备较好的科学观，为后续学习及研究打下了较为牢固的基础	初步了解光学以及现代光学的发展历史和其中科学工作者的工作历程，初步具备较好的科学观，为后续学习及研究打下了一定基础

编写人：孙利辉

审核人：物电学院本科教学委员会

基础物理实验 II

一、课程基本信息

课程名称：中文名称：基础物理实验II，英文名称：General Physics Experiments II

课程编码：0801XK061

学 分：2

总 学 时：40，**实验学时：**40

适用专业：物理类本科专业

课程类别/性质：学科基础/必修课

先修课程：高等数学、力学、热学、光学、电磁学

开课单位：物理学院

课程负责人：金园园 **课程组成员：**张传钊、金园园、代榕、赵明、蒋龙、杨琴、徐益平、刘统华、杨勇、杨康、程书博、伊珍、潘焱、赵杰、吴青峰、李玲、李林、姚平、黄春雄、刘孟思、吴望生、苏海涛、雷达、代红权、任作为等

二、课程简介

《基础物理实验 II》是物理专业一门学科基础课程，主要是针对学生“科学物理实验方法”和“实验技能”的基本训练，提高学生科学实验素养，锻炼学生分析和解决实际问题的能力。课程内容包括五个部分：物理实验的基本知识和方法、力学实验、热学实验、光学实验、电磁学实验五个基本部分，共开出实验十三个（实验采用开放预约形式，学生自主从十六个实验项目中选取十三个）。本课程的核心内容是：实验方法和实验技能。

该课程是实践性较强的基础课程，必须全面应用前期所学的数学、物理方面的知识。要求学生在学习该课程后，掌握基本的物理实验方法和物理实验技能；具备独立操作相应类型的物理实验设备的能力，以及团队协作的能力和树立实事求是的价值观。保证学生达成专业的相应毕业要求。

三、课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

学生通过本课程掌握物理实验的基本理论、典型的实验方法及其物理思想。学生能够获得必要的实验知识和操作技能训练，培养学生的动手能力、工作能力、创造能力，提高学生分析问题、归纳问题、解决问题的能力，树立实事求是、一丝不苟、严格认真的科学态度。培养学生的团队协作能力，发挥团队精神、互补互助以达到团队最佳效率。

2、具体目标

课程目标 1：使学生掌握实验基本理论，实验误差理论（如测量及其误差，标准偏差，仪器误差等）、有效数字及其运算、测量不确定度及其估算、减小系统误差常用方法等，另外使学生

掌握必要的实验室安全知识和自救技能。

课程目标 2: 使学生掌握物理实验基本知识、基本方法(实验设计方法如: 比较法、放大法、补偿法、模拟法、干涉法、转换测量法等; 数据处理方法如: 列表法、逐差法、作图法、最小二乘法等), 掌握基本仪器的使用, 加深对物理现象及基础理论知识的理解, 培养学生实验动手能力及创新能力。

课程目标 3: 在实验过程中培养学生的团结协作能力, 使学生具有协作意识、能相互合作, 拥有良好的沟通能力、和谐的人际关系。

3、课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
3.学科素养	3.1 掌握物理学的基本知识、基本方法及实验技能, 接受科学思维和物理学研究方法的训练, 能够立足物理学思想和方法深入把握物理学知识体系的发展历史、前沿动态、应用前景。	课程目标 1 课程目标 2
8.沟通合作	8.1 具有团队协作意识, 明确学习共同体的特点与作用, 懂得学习共同体是重要的学习资源。	课程目标 3
	8.2 掌握团队协作学习、沟通交流、合作研究的知识与技能, 积极参加各类学科竞赛、互助活动、合作学习与研究, 并在活动中培养良好的心理承受能力、交流沟通能力、和谐的人际关系和协作解决问题的能力。	课程目标 3

四、课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	实验 1	实验 2	实验 3	实验 4	实验 5	实验 6	实验 7	实验 8	实验 9	实验 10	实验 11	实验 12	实验 13
课程目标 1	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
课程目标 2	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
课程目标 3	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

注: 表中 L 表示低相关, M 表示中等相关, H 表示高度相关

五、课程内容和学时安排

实验内容与学时分配

序号	实验项目	思政融入点	实验类型				学时	支撑毕业要求指标点
			演示	验证	综合	设计		
1	用透射光栅测定光	光的波粒二象性引用辩证		√			4	3.1、8.1、8.2

	波波长	法的应用问题						
2	旋光仪的使用和阿贝折射仪的使用	微观结构对宏观特性的影响, 讨论个体与整体的关系			√		4	3.1、8.1、8.2
3	薄透镜焦距的测定	对最常用光学元件的基本工作原理的了解				√	3	3.1、8.1、8.2
4	用迈克耳孙干涉仪研究光的干涉	对迈氏干涉仪及光的本性的了解		√			3	3.1、8.1、8.2
5	水的汽化热的测量	制作液态恒温系统		√			3	3.1、8.1、8.2
6	液体比热容的测量	选定合适浓度的溶液		√			3	3.1、8.1、8.2
7	用惠斯通电桥测电阻	电阻分类, 电阻行业概况		√			3	3.1、8.1、8.2
8	用线式电势差计测电池的电动势	真实记录实验数据, 培养良好的实验习惯和实事求是的品质				√	3	3.1、8.1、8.2
9	杨氏模量的测量	我国桥梁工业的发展			√		3	3.1、8.1、8.2
10	重力加速度的测量	多种方法验证同一事物的内在属性				√	3	3.1、8.1、8.2
11	光电管特性的研究	学习光电仪器的使用规范, 引导学生遵守职业法规, 培养职业品德		√			3	3.1、8.1、8.2
12	用恒定电流场模拟静电场	模拟法属于间接测量法, 在科研中遇到直接解决不了的问题, 可以采用间接方法处理, 展开举例				√	3	3.1、8.1、8.2
13	超声声速的测量	超声波清洗盒的制作			√		3	3.1、8.1、8.2
14	磁滞回线的测试	手机充电器的能量损耗测定		√			3	3.1、8.1、8.2
15	周期信号的傅里叶分解与合成研究	傅里叶变换在心音特征提取中的应用			√		3	3.1、8.1、8.2
16	RLC 电路的特性研究(暂态)	继电保护与电网安全		√			3	3.1、8.1、8.2

实验一 用透射光栅测定光波波长

4 学时

1、目的要求

加深对光的衍射理论及光栅分光原理的理解, 学会用透射光栅测定光波波长, 光栅常数及角色散率。

2、方法原理

光栅衍射光波波长 $\lambda = \frac{d \sin \theta}{k}$, 光的角色散率 $D = \frac{\Delta \theta}{\Delta \lambda} = \frac{k}{d \cos \theta}$ 。

3、主要实验仪器及材料

分光计、透射光栅、汞灯

4、掌握要点

用透射光栅测波长，光栅常数及角色散率的方法。

5、实验内容：

(1) 仪器的调整：分光计的调节与光栅的调节。

(2) 测光栅常量、光波波长及角色散率。

实验二 旋光仪的使用和阿贝折射仪的使用

4 学时

(一) 旋光仪的使用

1、目的要求

观察线偏振光通过旋光溶液后的旋光现象，了解旋光仪的原理和结构特点，掌握其使用方法偏振光研究—旋光仪的应用。

2、方法原理

一束线偏振光通过旋光物质后，其旋光度与旋光物质的浓度成正比。

3、主要实验仪器及材料

旋光仪，葡萄糖溶液烧杯、脱脂棉及擦镜纸。

4、掌握要点

旋光仪的使用。

5、实验内容：

(1) 校准旋光仪读数。

(2) 测定液体的旋光率。

(3) 测溶液的浓度。

(二) 阿贝折射仪的使用

1、目的要求

加深对全反射原理的理解，掌握应用方法；通过对几种液体折射率的测量，学会使用阿贝折射仪。

2、方法原理

利用光的全反射原理测量液体的折射率。

3、主要实验仪器及材料

阿贝折射仪、照明台灯、标准玻璃块、折射率液（溴代萘）、待测液、滴管、脱脂棉及擦镜纸。

4、掌握要点

阿贝折射仪的使用。

5、实验内容：

(1) 校准阿贝折射仪读数。

(2) 测定液体的折射率。

(3) 测糖溶液的含糖浓度。

实验三 薄透镜焦距的测定

3 学时

1、目的要求

掌握测定薄透镜焦距的几种方法，学习光学系统共轴调节的方法。

2、方法原理

物距像距法、自准法、共轭法测凸透镜的焦距，物距像距法测凹透镜的焦距。

3、主要实验仪器及材料

光具座、会聚透镜、发散透镜、光源、物屏、像屏、平面反射镜等。

4、掌握要点

光具座的调节，测透镜焦距的方法。

5、实验内容：

- (1) 对光学系统共轴的调节。
- (2) 用物距像距法测凸透镜的焦距。
- (3) 用自准法测凸透镜的焦距。
- (4) 用共轭法测凸透镜的焦距。
- (5) 用物距像距法测凹透镜的焦距。

实验四 用迈克耳孙干涉仪研究光的干涉

3 学时

1、目的要求

熟悉迈克耳孙干涉仪的调节及使用。

2、方法原理

等倾干涉光波波长 $\lambda = \frac{2\Delta d}{N}$ 。等厚干涉 $\Delta = 2d \cdot \cos \theta$

3、主要实验仪器及材料

迈克耳孙干涉仪、氦-氖激光器、钠光源、毛玻璃、透镜

4、掌握要点

等倾干涉和等厚干涉的特点。

5、实验内容：

- (1) 迈克耳孙干涉仪调节。
- (2) 等倾干涉现象的观察和氦-氖激光器光波波长的测定。
- (3) 观察等厚干涉现象。

实验五 水的汽化热的测量

3 学时

1、目的要求

掌握一种测定汽化热的方法，并测出水的汽化热。

2、方法原理

水蒸气放出的热量完全被水和量热器所吸收，根据这个等式算出水的汽化热。

3、主要实验仪器及材料

量热器、蒸汽发生器、蒸汽过滤器、天平、温度计、小量筒

4、掌握要点

掌握用混合法测量比热的方法。

5、实验内容：

- (1) 称量量热器各部位的质量，以及筒内水的质量。
- (2) 将一定量的蒸汽通入量热器中，搅拌，达到平衡，记下平衡温度。
- (3) 再次称量量热器的质量，从而求出通入其中蒸汽的质量。
- (4) 利用公式求出冰的融解热，并估算误差。

实验六 液体比热容的测量

3 学时

1、目的要求

掌握物理天平、温度计、量热器和稳压电源的使用方法, 学习用电流量热器法测定液体的比热容。

2、方法原理

将待测液体与已知比热容的纯水在完全相同的实验条件下进行比较, 找出它们比热容之间的关系。

3、主要实验仪器及材料

量热器、温度计、稳压稳流电源、物理天平、单刀开关、量筒、搪瓷杯。

4、掌握要点

用电流量热器法测液体比热容。

5、实验内容：

- (1) 用物理天平称出液体的质量。
- (2) 用电流法加热水及待测液体，记录它们的温度。
- (3) 将水与待测液体交换量热器，再一次用电流法加温及记录液体温度。
- (4) 计算出待测液体的比热容。

实验七 用惠斯通电桥测电阻

3 学时

1、目的要求

掌握惠斯通电桥的原理和特点，掌握使用自组电桥和成品电桥测中值电阻的方法，了解电桥灵敏度的意义和提高灵敏度的几种途径。

2、方法原理

当电桥两臂电阻 $R_x = \frac{R_1}{R_2} R_0$ 时, 检流计中无电流通过。

3、主要实验仪器及材料

直流稳压电源、三个电阻箱、检流计、三个待测电阻、滑线变阻器、成品电桥

4、掌握要点

惠斯通电桥的原理和特点以及用它测量电阻的方法。

5、实验内容：

- (1) 用电阻箱自组电桥测电阻。
- (2) 电桥灵敏度的测定。
- (3) 用成品电桥重新测量前述三个电阻。

实验八 用线式电势差计测电池的电动势

3 学时

1、目的要求

掌握用补偿法测电动势的原理，了解电势差计的结构。

2、方法原理

接好线路，当待测电池的电动势和已知可调电动势相等，此时，检流计上无电流通过，从而测出待测电池的电动势，电池内阻，将电池与已知电阻串联， $U = E_x - Ir$ ，算出内阻。

3、主要实验仪器及材料

箱式电势差计、板式电势差计、直流电源、标准电池、检流计、电阻箱、滑线电阻、开关、干电池。

4、掌握要点

补偿法测电动势和内阻的方法和原理。

5、实验内容：

- (1) 正确的用导线接实验仪器。
- (2) 用板式电差计测量干电池电动势。
- (3) 测量干池的内阻。

实验九 杨氏模量的测量

3 学时

1、目的要求

用伸长法测定金属丝的杨氏模量，学习光杠杆原理并掌握使用方法。

2、方法原理

胡克定律指出，在弹性限度内，弹性体的应力和应变成正比，设有一根长为 l 横截面积为 s 的钢丝，在外力 F 作用下伸长了 δ ，则 $\frac{F}{s} = E \frac{\delta}{l}$ ，此式中比例系数 E 称为杨氏模量，单位为 $N \cdot m^{-2}$ 。设钢丝的直径为 d ，则 $s = \frac{\pi d^2}{4}$ ，代入上式并整理得出： $E = \frac{4Fl}{\pi d^2 \delta}$ 。杨氏模量表达了材料抵抗外力产生拉伸（压缩）形变的能力。

3、主要实验仪器及材料

杨氏模量测定仪、光杠杆、尺读望远镜、螺旋测微仪、游标卡尺、砝码、米尺、金属丝。

4、掌握要点

学习光杠杆原理。

5、实验内容：

- (1) 测量金属丝的长度 l 和直径 d ，金属丝直径要在金属丝下端测量。
- (2) 测量光杠杆镜面到直尺的距离 d_2 。
- (3) 测量光杠杆前后足尖的垂直距离 d_1 ，可将光杠杆轻轻在纸上压下三个足痕，用游标卡

尺去测量。

(4) 测量加拉力前后的读数 A_0 和 A_m 。

(5) 数据处理，算出金属丝的杨氏模量

实验十 重力加速度的测量

3 学时

1、目的要求

用停表和米尺，测单摆的周期和摆长，并求出当地的重力加速度值。

2、方法原理

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad u(g) = g\sqrt{\left(\frac{u(l)}{l}\right)^2 + 2\left(\frac{u(t)}{t}\right)^2}$$

3、主要实验仪器及材料

单摆、停表、钢尺。

4、掌握要点

单摆、复摆周期的测量、重力加速度的不确定度的计算。

5、实验内容：

(1) 用游标卡尺测小球的直径。

(2) 用钢尺测悬线的长度。

(3) 用停表测单摆的周期（不改变摆长，测 5 次，每次 30 个周期的时间）

(4) 计算重力加速度和它的不确定度。

(4) 改变摆长，测单摆的周期，用作图法算出重力加速度。

实验十一 光电管特性的研究

3 学时

1、目的要求

研究光电管的伏安特性及光电特性。

2、方法原理

当光照射到金属表面时，只要其频率达到一定值，在金属表面就会发射出光电子，光电子动能的大小与光的频率及金属材料有关。

3、主要实验仪器及材料

光电效应实验仪、暗箱、微安表、双刀开关。

4、掌握要点

光电效应伏安特性及光电特性的理解。

5、实验内容：

(1) 线路的连接、仪器的调试。

(2) 光电管伏安特性的测量。

(3) 光电管光电特性的测量

实验十二 用恒定电流场模拟静电场

3 学时

1、目的要求

了解静电场的性质，学习用电流场模拟静电场的基本方法。

2、方法原理

利用静电场与电流场变化规律相同的特点，用电流场模拟静电场，进行静电场的模拟。

3、主要实验仪器及材料

静电场模拟仪、滑线变阻器、单刀开关、电源、毫伏表。

4、掌握要点

静电场的性质。

5、实验内容：

(1) 线路的连接、毫伏表的调零。

(2) 利用静电场模拟仪模拟静电场。

实验十三 超声声速的测量

3 学时

1、目的要求

用驻波法、相位法测定超声波在空气中传播速度。

2、方法原理

当超声波沿空气传播至不同介质反射时，由于介质的声阻抗大于空气的声阻抗，所以超声波在介质反射时有半波损失，即分界面就是波节，当两超声换能器的距离为 $L = \frac{2n-1}{4}\lambda$ 时，在空气中形成驻波；当超声波经过不同路径传播时，其相位变化也不相同，因为其频率相同，两路超声波可在示波器上形成李萨如图形。

3、主要实验仪器及材料

超声声速测量仪、示波器、信号源。

4、掌握要点

用超声声速测量仪测超声声速的方法。

5、实验内容：

(1) 线路的连接、仪器的调试。

(2) 用超声声速测量仪测超声声速。

实验十四 磁滞回线的测试

3 学时

1、目的要求

认识铁磁物质的磁化规律，比较两种典型的铁磁物质的动态磁化特性；测定样品的基本磁化曲线，作 $\mu-H$ 曲线；测定样品的 H_c 、 B_r 、 B_m 和 $(H_m \cdot B_m)$ 等参数；测绘样品的磁滞回线，估算其磁滞损耗。

2、方法原理

在外磁场作用下铁磁物质能被强烈磁化，磁导率 μ 很高。当外磁化场作用停止后，铁磁质仍保留磁化状态。

3、主要实验仪器及材料

TH—MHC 型智能磁滞回线测试仪

4、掌握要点

磁滞回线的理解。

5、实验内容：

(1) 测绘 $\mu-H$ 曲线

(2) 测量样品 1 的 B_m , B_r , H_c 和 $[BH]$ 等参数。

实验十五 周期信号的傅里叶分解与合成研究

3 学时

1、目的要求

用 RLC 串联谐振方法将方波分解成基波和各次谐波，并测量它们的振幅与相位关系；将一组振幅与相位可调正弦波由加法器合成方波；了解傅立叶分析的物理含义和分析方法。

2、方法原理

任何一个周期性函数都可以用傅立叶级数来表示，同时利用傅立叶级数合成，可将一系列正弦波形合成所需的信号。

3、主要实验仪器及材料

FD-FLY-I 傅立叶分解合成仪、DF4320 示波器、标准电感、电容箱。

4、掌握要点

周期性函数的傅立叶分解与合成。

5、实验内容：

(1) 方波的傅立叶分解。

(2) 方波的傅立叶合成。

实验十六 RLC 电路的特性研究(暂态)

3 学时

1、目的要求

研究 RC、RL、LC、RLC 等电路的暂态过程；理解时间常数 τ 的概念及其测量方法。

2、方法原理

R、L、C 元件的不同组合，可以构成 RC、RL、LC 和 RLC 电路，这些不同的电路对阶跃电压的响应是不同的，从而有一个从一种平衡态转变到另一种平衡态的过程，这个转变过程即为暂态过程。

3、主要实验仪器及材料

RLC 电路实验仪、示波器。

4、掌握要点

暂态过程及时间常数 τ 的理解。

5、实验内容：

(1) RC 电路的暂态过程。

(2) RL 电路的暂态过程。

(3) RLC 电路的暂态过程

六、课程教学基本方法

- 1、学生提前一周预约实验，并且完成预习报告。
- 2、任课教师简单讲解实验原理。
- 3、强调实验中应该注意的问题。
- 4、对核心实验操作步骤进行示范。
- 5、学生在教师的指导下进行实验。
- 6、教师根据学生的操作情况和学生测得的实验数据给出操作成绩。
- 7、要求学生写出完整的实验报告并批改给出报告成绩。

七、课程教学评价与考核方式

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	实验基本理论，实验误差理论（如测量及其误差，标准偏差，仪器误差等）、有效数字及其运算、测量不确定度及其估算、减小系统误差常用方法等，必要的实验室安全知识和自救技能。	操作和实验报告分 实验理论和操作考试分
课程目标 2	物理实验基本知识、基本方法（实验设计方法如：比较法、放大法、补偿法、模拟法、干涉法、转换测量法等；数据处理方法如：列表法、逐差法、作图法、最小二乘法等），基本仪器的使用，物理现象及基础理论知识的理解，实验动手能力及创新能力。	操作和实验报告分 实验理论和操作考试分
课程目标 3	团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有良好的沟通能力、和谐的人际关系	协作分

2、成绩评定方法

考核方式：每个实验由该实验的任课教师给出操作、协作、实验报告三项分数（百分制），每旷课一次总分扣除 3 分，期末分别进行实验理论和操作考试给出两项分数（百分制）。

成绩组成：总成绩=（操作分*40%+报告分*40%+协作*20%）*80%+理论考试成绩*10%+操作考试成绩*10%-旷课扣分。

3、课程目标达成度评价方式

课程教学目标	操作		实验报告		协作		实验理论考试		实验操作考试	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重
课程目标 1	50	40%	50	40%			80	10%	50	10%
课程目标 2	50	40%	50	40%			20	10%	50	10%

课程目标 3					100	100%				
--------	--	--	--	--	-----	------	--	--	--	--

课程目标达成度计算方法：

- (1) 课程分目标达成度=课程分目标下各评定方式的“学生平均成绩/分值*权重”之和。
- (2) 整体课程目标达成度：各课程分目标达成度的最小值。

八、主要教学资源

1、教材：杨长铭. 大学物理实验教程[M]. 武汉大学出版社. 2012 年.

2、参考书目：

- (1) 王云才. 大学物理实验教程[M]. 科学出版社. 2016 年.
- (2) 田永红. 物理实验[M]. 武汉大学出版社. 2010 年.
- (3) 王红理. 大学物理实验[M]. 西安交通大学出版社. 2018 年.

3、网上资源：

<http://psat.yangtzeu.edu.cn/phylab.htm> 长江大学物理实验中心网站

<https://www.icourse163.org/course/XJTU-1206492805#> 西安交通大学慕课

九、课程学习建议

1、实验预习

养成自主学习的习惯，通过教材、任务单以及网络资源进行课前预习，做到心中有数，进入实验室之前清楚实验内容和注意事项。

2、严格按照规范进行实验

务必认真听取任课老师的讲解，按照仪器操作规程完成进行实验。

3、协作进行实验

鼓励学生在实验过程中相互协作交流，发现自身问题积极请教同学和老师，同时也能主动帮助同学解决问题，达到共同进步。

十、评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	熟练掌握实验基本理论，实验误差理论、误差计算方法、减小系统误差常用方法等；出众的实验室安全知识和自救技能。	较为熟练掌握实验基本理论，实验误差理论、误差计算方法、减小系统误差常用方法等；不错的实验室安全知识和自救技能。	掌握实验基本理论，实验误差理论、误差计算方法、减小系统误差常用方法等；一定的实验室安全知识和自救技能。	初步掌握实验基本理论，实验误差理论、误差计算方法、减小系统误差常用方法等；一定的实验室安全知识和自救技能。
课程目标 2	熟练掌握物理实验基本知识、基本方法，基本仪器的使用；很好的理解物理现象及基础理论知识；优秀的实验动手能力及创新能力。	较为熟练掌握物理实验基本知识、基本方法，基本仪器的使用；很好的理解物理现象及基础理论知识；良好的实验动手能力及创新能力。	掌握物理实验基本知识、基本方法，基本仪器的使用；很好的理解物理现象及基础理论知识；一定的实验动手能力及创新能力。	具备初步的物理实验基本知识、基本方法，基本仪器的使用；很好的理解物理现象及基础理论知识；一定的实验动手能力及创新能力。
课程目标 3	杰出的团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有高超的沟通能力、和谐的人际关系	良好的团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有较好的沟通能力、和谐的人际关系	具备一定的团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有一定的沟通能力、较好的人际关系	具备初步的团结协作能力，协作意识、能相互合作，拥有一定的沟通能力、一般的人际关系

编写人：姚平

审核人：

物电学院本科教学委员会

近代物理实验

一、课程基本信息

课程名称：中文名称：近代物理实验，英文名称：Contemporary Physics Experiments

课程编码：0801ZY011

学 分：3.0

总 学 时：60，**实验学时：**60

适用专业：物理类本科专业

课程性质：专业必修课

先修课程：基础物理实验 I、II；综合物理实验

开课单位：物电学院

课程负责人：吴望生 **课程组成员：**郑定山、黄春雄

二、课程简介

近代物理实验是为物理类本科专业所开的一门重要的必修实验课程。本实验选编了一些在近代物理发展过程中起重大作用的著名实验，以及近代物理实验技术中有广泛应用的典型实验，范围涉及原子物理，激光与光信息处理，高温超导，声学，微波，磁共振和微弱信号检测等。

本课程可以帮助学生理解和掌握近代物理各领域一些重现象、概念和规律，掌握 20 世纪以来近代物理发展各主要领域中的基本实验方法与技能，从而培养学生的独立工作能力与创新精神，学习如何用实验的方法研究物理现象与规律。

三、课程目标及与毕业要求的对应

1、课程总目标

通过本课程的学习，学生能够掌握一些较先进的和综合性的实验方法和技能，加深对近代物理的一些重要概念和规律的理解，培养学生的创新意识和掌握新技术的能力；培养学生敏锐的观察能力和分析、归纳、综合能力，使他们具备良好的实验素养、严谨的科学作风和求实的科学精神，并具备一定的独立工作能力和科学研究能力。

2、具体目标

课程目标 1：通过近代物理实验训练，培养学生在实验过程中发现问题、分析问题和解决问题的能力，使学生初步掌握近代物理某些主要领域中的基本实验方法和技能，掌握相关仪器的性能和使用，学习精密度较高的测量技能，掌握计算机在实际工作中的一些基本应用技能；培养学生实事求是、严肃认真的科学实验态度和克服困难的工作作风，培养学生的创新思想和创新能力。

课程目标 2：通过实验预习，培养学生查阅文献、阅读资料，通过多种手段和方法获取知识

的能力；通过准确的测量、正确进行实验数据处理、综合分析实验结果，提高学生撰写实验报告的能力。

课程目标 3：通过实验小组协作和讨论，培养学生分析物理问题、选择和拟定实验方案的能力，培养学生与他人沟通、合作的能力。

3、课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
3.学科素养	3.1 掌握物理学的基本知识、基本方法及实验技能，接受科学思维和物理学研究方法的训练，能够立足物理学思想和方法深入把握物理学知识体系的发展历史、前沿动态、应用前景。	课程目标 1
4.教学能力	4.4 掌握资料查询、文献检索方法及运用现代信息技术获得资讯的基本方法，具有一定的资源获取与整合能力、初步的物理教育教学研究能力，能开展基于实际物理教育教学问题的行动研究，善于总结提炼形成研究成果。	课程目标 2
8.沟通合作	8.2 掌握团队协作学习、沟通交流、合作研究的知识与技能，积极参加各类学科竞赛、互助活动、合作学习与研究，并在活动中培养良好的心理承受能力、交流沟通能力、和谐的人际关系和协作解决问题的能力。	课程目标 3

四、 课程内容与课程目标的对应矩阵

课程内容 课程目标	实验一	实验二	实验三	实验四	实验五	实验六
课程目标 1	H	H	H	H	H	H
课程目标 2	H	H	H	H	H	H
课程目标 3	M	M	M	M	M	M
课程内容 课程目标	实验七	实验八	实验九	实验十	实验十一	实验十二
课程目标 1	H	H	H	H	H	H
课程目标 2	H	H	H	H	H	H
课程目标 3	M	M	M	M	M	M

五、 课程内容和学时安排

《近代物理实验》总学时分配列表

序号	实验项目	授课学时	课前、课外自主学习最少学时（预习、复习、练习）
实验一	普朗克常量的测量	5	5
实验二	密立根油滴实验	5	5
实验三	核磁共振	5	5
实验四	夫兰克-赫兹实验	5	5
实验五	法拉第效应实验	5	5
实验六	氢氘原子光谱	5	5
实验七	电子比荷的测量	5	5
实验八	光泵磁共振	5	5
实验九	塞曼效应	5	5
实验十	金属热电子逸出功测定	5	5
实验十一	电光调制	5	5
实验十二	声光调制	5	5
实验十三	傅立叶变换光谱实验	5	5
实验十四	半导体激光器实验	5	5
实验十五	黑体辐射	5	5
实验十六	等离子体实验	5	5
实验十七	用光拍法测定光速	5	5
合计		85	85

普朗克常量的测量

【教学目标】

- 1、了解光电效应的规律，加深对光的量子性的理解。
- 2、利用光电效应测量普朗克常量。
- 3、学会用最小二乘法处理数据。

【方法原理】

在光电效应中，遏止电压的大小与普朗克常数成正比。

【实验仪器】

光电管暗盒（包括光电管、光阑和滤色片转盘）、光源、连接电缆等。

【重难点】

测量光电管的伏安特性，通过作图法找到光电效应的遏止电压。

【实验内容】

- 1、普朗克常数测定仪的调零和校准。
- 2、测量光电管的伏安特性。
- 3、选用作图法或最小二乘法处理数据，求出普朗克常量。

【课程思政】

光电效应实验本身比较简单，但通过对实验结果的深入分析，却能得出光存在最小能量单元——光子的结论，奠定了量子力学的基础。通过本实验可以培养学生善于思考、勇于创新的科学精神，也可以通过波粒二象性引入辩证统一的哲学思想，达到通古融今，求真致用，知行合一的教学效果。

如何测量基本电荷，体现了从实践到认识，再用认识去指导实践。

实验一 密立根油滴实验

【教学目标】

- 1、理解密立根油滴实验的设计思想。
- 2、掌握利用静态平衡测量法测量油滴带电量的方法，并验证电荷的量子性。
- 3、掌握选择油滴和控制油滴运动的方法。

【方法原理】

带电油滴在平行板电容器中运动，观察其运动状态可以求出其所受电场力，平行板电容器电压及电场强度都已知，从而求出油滴的带电量。

【实验仪器】

密立根油滴仪、显示器、实验用油、喷雾器等。

【重难点】

- 1、了解和掌握动态法和平衡法测定油滴所带电荷的原理。
- 2、学会选择合适的油滴进行测量。

【实验内容】

- 1、油滴仪的调整。
- 2、学会选择合适油滴并控制其运动。
- 3、正式测量，对同一个油滴进行多次测量。
- 4、处理实验数据，求出基本电荷电量。

【课程思政】

著名的美国物理学家密立根(Robert A.Millikan)在1909年到1917年期间所做的测量微小油滴上所带电荷的工作，即油滴实验，是物理学发展史上具有重要意义的实验。这一实验的设计思想简明巧妙、方法简单，而结论却具有不容置疑的说服力，因此这一实验堪称物理实验的精华和典范。

密立根在这一实验工作上花费了近10年的心血，从而取得了具有重大意义的结

果,证明了电荷的不连续性,测量并得到了元电荷即电子电荷,其值为 $1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ 。现公认是元电荷。正是由于这一实验的巨大成就,他荣获了 1923 年的诺贝尔物理学奖。80 多年来,物理学发生了根本的变化,而这个实验又重新站到实验物理的前列,近年来根据这一实验的设计思想改进的用磁漂浮的方法测量分数电荷的实验,使古老的实验又焕发了青春,也就更说明密立根油滴实验是富有巨大生命力的实验。

油滴实验将微观量测量转化为宏观量测量的巧妙设想和精确构思,以及用比较简单的仪器,测得比较精确而稳定的结果,非常富有启发性,体现了从实践到认识,再用认识去指导实践的科学态度和探索精神。

实验二 核磁共振

【教学目标】

- 1、了解核磁共振的基本原理和方法。
- 2、观察核磁共振现象,分析各种因素对核磁共振的影响。
- 3、掌握利用核磁共振测量磁场强度和弛豫时间的方法。

【方法原理】

当垂直于磁场 B_0 方向所施加的射频场的频率 ω 满足 $\omega = \gamma B_0$ 时,低能的核磁矩可吸收射频场能量而跃迁到高能级。

【实验仪器】

核磁共振仪(包括边限振荡器、扫场调制、移相器和电源)、示波器、频率计、高斯计等。

【重难点】

- 1、掌握利用核磁共振测量磁场强度和弛豫时间的方法。
- 2、观察核磁共振现象,分析各种因素对核磁共振的影响。

【实验内容】

- 1、核磁共振仪的调节。
- 2、观察氢原子的共振信号,并记下其共振频率(三峰等间距和两峰合一时)。
- 3、计算磁场中心的磁场强度与样品的弛豫时间。

【课程思政】

介绍各种磁共振技术的原理及各自发展的过程,比较各种技术的异同,以核磁共振技术的应用为例,阐明其在医疗、研究等领域的价值。介绍我国科研工作者学习先进技术,满足国计民生需要的不懈努力过程,以及“技术后发国家”在技术应用上遇到的先进国家的封堵和打压

实验三 夫兰克-赫兹实验

【教学目标】

- 1、了解夫兰克和赫兹研究原子内部能量量子化的基本思想和方法。
- 2、了解电子与原子间的弹性碰撞与非弹性碰撞的区别。
- 3、掌握测量氩原子第一激发电位的方法。
- 4、证明原子能级的存在，加深对波尔原子理论的理解。

【方法原理】

经过栅极电压获得一定能量的电子，与气态的汞原子发生碰撞，测其电流与电压的关系，从而得出激发电位。

【实验仪器】

夫兰克—赫兹实验仪、示波器、电源线、Q9 电缆线。

【重难点】

- 1、玻尔原子理论的理解。
- 2、了解碰撞和能量交换过程的微观图像。

【实验内容】

- 1、仪器预热与调节。
- 2、在一定灯丝电压下，改变加速电压，观测实验曲线。
- 3、计算氩原子第一激发电势，求出相对误差。

【课程思政】

本实验仪是用于重现夫兰克和赫兹进行的低能电子轰击原子的实验设备，该实验的方法至今仍是探索原子结构的重要手段之一。实验研究电子与原子碰撞前后能量的变化，能观测到氩原子的激发电势和电离电势，可以证明原子能级的存在，充分证明原子内部能量是量子化的，为波尔的原子结构理论假说提供有力的实验证据，为此他们夫兰克和赫兹获得了 1925 年的诺贝尔物理奖。这一实验生动说明了理论和实践两者之间辩证统一的关系。

实验中用“拒斥电压”筛去小能量电子的方法，已经成为广泛应用的实验技术。学生通过实验建立原子内部能量量子化的概念，并学习夫兰克和赫兹研究电子和原子碰撞的实验思想和方法。

实验四 法拉第效应实验

【教学目标】

- 1、了解法拉第效应原理，测量旋光角与磁感应强度度关系。
- 2、了解磁致旋光与自然旋光的不同，掌握磁光测量的基本方法。

【方法原理】

当线偏振光穿过介质时，若在介质中加一平行于光的传播方向的磁场，则光的振动面将发生旋转，振动面转过的角度称为法拉第效应旋光角。

【实验仪器】

法拉第效应测试仪（光源、单色仪、起偏器、电磁铁、光电倍增管、数显表、电流表），待测样品。

【重难点】

- 1、法拉第效应原理的理解。
- 2、正确使用法拉第测试仪。

【实验内容】

- 1、法拉第效应测试仪的调试。
- 2、选取不同波长，测量磁场变化后对应的法拉第效应旋光角。
- 3、计算旋光角和费尔德常数。

【课程思政】

法拉第效应第一次显示了光和电磁现象之间的联系，促进了对光本性的研究。法拉第效应在科学研究、医疗和工业中有广泛的用途，在生物和化学领域以及新兴的生命科学领域中也是重要的测量手段。

法拉第是英国物理学家、化学家。他出生于萨里郡纽因顿一个贫苦铁匠家庭，只读过小学，是自学成才的科学家。1831 年发现电磁感应现象，从而确定了电磁感应的基本定律，奠定了电磁学的基础。由于他在电磁学方面做出了伟大贡献，是麦克斯韦的先导，被称为“电学之父”和“交流电之父”。法拉第依靠刻苦自学，从一个连小学都没念完的装订图书学徒工，跨入了世界第一流科学家的行列。恩格斯曾称赞法拉第是“到现在为止的最伟大电学家”。

实验五 氢氘原子光谱

【教学目标】

- 1、掌握光栅光谱仪的原理和使用方法，学会用光谱进行分析。
- 2、通过测量氢氘谱线的波长，计算氢和氘的原子核质比及其里德伯常数。

【方法原理】

通过仪器测出氢和氘的波长，根据玻尔理论求出其里德伯常数及氢和氘原子核的质量比。

【实验仪器】

组合式多功能光栅光谱仪、氢氘光源、定标用光源、计算机等。

【重难点】

多功能光栅光谱仪的调节与使用。

【实验内容】

- 1、用光栅光谱仪测出氢和氘的波长（三个线系的波长）
- 2、求出其里德伯常数以及氢和氘原子核的质量比。

【课程思政】

本实验通过氢氘光谱的拍摄，里德伯常数量和氘氢质量比的测定，加深对氢光谱规律和同位素位移的认识，并理解精确测量的重要意义。

20 世纪初，人们根据实验预测氢有同位素。1919 年发明质谱仪后，物理学家用质谱仪测得氢的原子量为 1.00778，而化学家由各种化合物测得的结果为 1.00779。基于上述微小的差异，伯奇(Birge)认为氢有同位素 2H （元素左上角标代表原子量），它的质量约为 1H 的 2 倍，据此他算得 1H 和 2H 在自然界中的含量比大约为 4000:1。由于里德伯(J.R.Rydberg)常量和原子核的质量有关，因此， 2H 的光谱相对于 1H 的应该会有位移。1932 年，尤莱(H.C.Urey)将 3L 液氢在低压下细心蒸发至 1mL 以提高 2H 的含量，然后将这 1mL 液氢注入放电管中，用它拍得的光谱，果然出现了相对于 1H 移位了的 2H 的光谱，从而发现了重氢，取名为氘，化学符号用 D 表示。由此可见，对样品的考究，实验的细心，测量的精确，于科学进步非常重要。

实验六 电子比荷的测量

【教学目标】

- 1、了解电子在电场和磁场中的运动规律，通过实验加深对洛伦兹力的认识；
- 2、掌握电子荷质比测试仪的测量原理；
- 3、学会用磁聚焦法测量电子的荷质比。

【方法原理】

当电子在磁场中运动时会受到磁场的作用力，如果电子的速度方向与磁场方向有一个夹角，则电子在磁场中作螺旋运动，其螺距大小只与电子在平行于磁场方向的速度分量有关。

【实验仪器】

电子比荷测试仪（亥姆兹线圈、威尔尼氏管、电源、标尺、反射镜等）。

【重难点】

- 1、电子在磁场中的运动规律。
- 2、电子圆运动轨道半径的测量。

【实验内容】

- 1、预热并调节电子比荷仪。
- 2、用磁聚焦法测量电子聚焦时的励磁电流。
- 3、计算电子比荷，求出相对误差。

【课程思政】

19 世纪 80 年代英国物理学家 J.J 汤姆孙做了一个著名的实验：将阴极射线受强磁场的作用发生偏转，显示射线运行的曲率半径；并采用静电偏转力与磁场偏转力平衡的方法求得粒子的速度，结果发现了“电子”，并得出了它的电荷量与质量之比。

电子荷质比是电子的电荷量与其质量的比值，是研究物质结构的基础，其测定在物理学发展史上占有重要的地位。

实验七 光泵磁共振

【教学目标】

- 1、观察铷原子光抽运信号，加深对原子超精细结构的理解。
- 2、观察铷原子的磁共振信号，测定铷原子超精细结构塞曼子能级的朗德因子。
- 3、学会利用光磁共振的方法测量地磁场。

【方法原理】

光泵磁共振是利用光抽运效应来研究原子超精细结构塞曼能级间的磁共振，样品为铷元素，实验使用光探测法来探测共振信号。

【实验仪器】

光泵磁共振实验仪主体单元、辅助源、射频信号发生器、示波器等。

【重难点】

- 1、掌握光抽运和光检测的原理和实验方法。
- 2、测定铷同位素的朗德因子、地磁场垂直和水平分量。

【实验内容】

- 1、光泵磁共振仪的调节。
- 2、观察光抽运信号。
- 3、观察磁共振信号。
- 4、测量朗德因子。

【课程思政】

介绍各种磁共振技术的原理及各自发展的过程，比较各种技术的异同，以光泵磁共振技术及其在原子钟技术中的应用，介绍我国科研工作者学习先进技术，满足国计民生需要的不懈努力过程，以及“技术后发国家”在技术应用上遇到的先进国家的封堵和打压。

实验八 塞曼效应

【教学目标】

- 1、掌握观测塞曼效应的方法，加深对原子磁矩及空间量子化等概念的理解。
- 2、观察汞原子谱线的分裂现象及偏振状态，由塞曼裂距计算电子比荷。
- 3、学习法布里-珀罗标准具的原理、调节和使用。

【方法原理】

原子谱线在外磁场作用下发生塞曼分裂。

【实验仪器】

塞曼效应仪，包括电磁铁、笔形汞灯、电源、法布里-珀罗标准具、滤光片、偏振片、1/4 波片、读数望远镜、三角导轨、滑座等。

【重难点】

- 1、理解和掌握塞曼效应的基本原理。
- 2、法布里-珀罗标准具的调节。

【实验内容】

- 1、光学系统的调整。
- 2、法布里-珀罗标准具的调整。
- 3、测量同心圆环的直径。
- 4、计算电子荷质比。

【课程思政】

19 世纪伟大的物理学家法拉第研究电磁场对光的影响，发现了磁场能改变偏振光的偏振方向。1896 年荷兰物理学家塞曼（Pieter Zeeman）根据法拉第的想法，探测磁场对谱线的影响，发现了钠双黄线在磁场中的分裂。洛伦兹根据经典电子论解释了分裂为三条的正常塞曼效应。他们这一重要研究成就，有力的支持了光的电磁理论，使我们对物质的光谱、原子和分子的结构有了更多的了解。1902 年，塞曼和洛伦兹因这一发现共同获得了诺贝尔物理学奖。

塞曼效应的重要性，在于可得到有关能级的数据，从而可以计算原子总角动量子数和朗德因子的数值，因此至今它仍是研究能级结构的重要方法之一。

实验九 金属热电子逸出功测定

【教学目标】

- 1、掌握用理查逊直线法测金属逸出功。
- 2、了解直线测量法，外延测量法和磁控测量法等多种基本实验方法。

【方法原理】

用理查逊直线法测量金属逸出功。

【实验仪器】

金属逸出功测定仪、真空二极管等。

【重难点】

电子逸出功及热电子发射规律。

【实验内容】

- 1、 正确连接实验电路。
- 2、 计算零场热电子发射电流。
- 3、 作图求出金属逸出功。

实验十 电光调制

【教学目标】

- 1、 掌握晶体电光调制的原理和实验方法。
- 2、 观察晶体电光效应引起的晶体会聚偏振光的干涉现象。
- 3、 测量晶体的半波电压，计算晶体的电光系数。

【方法原理】

某些晶体（固体或液体）在外加电场中，随着电场强度 的改变，晶体的折射率会发生改变，这种现象称为电光效应。

【实验仪器】

半导体激光器、导轨、滑座、四维调整架、起偏器、铌酸锂晶体组、检偏器及1/4波片、小孔光阑、像屏、接收器、示波器等。

【重难点】

- 1、 理解和掌握晶体电光调制的原理和实验方法
- 2、 晶体半波电压的测量和干涉现象的观察。

【实验内容】

- 1、 调整光路系统
- 2、 依据晶体的透过率曲线，选择工作点。测出半波电压，算出电光系数，并和理论值比较。
- 3、 用 1/4 波片来改变工作点，观察输出特性。
- 4、 光通讯的演示。

实验十一 声光调制

【教学目标】

- 1、 掌握声光调制的基本原理，了解声光器件的工作原理。
- 2、 观察布拉格声光衍射现象。
- 3、 了解布拉格声光衍射和拉曼—奈斯声光衍射的区别。

【方法原理】

当声波通过介质传播时，介质就会产生和声波信号相应的、随时间和空间周期性变化的相位。这部分受扰动的介质等效为一个“相位光栅”。其光栅常数就是声波波长，这种光栅称为超声光栅。

【实验仪器】

半导体激光器、导轨、滑座、四维调整架、声光晶体盒、旋转平台、小孔光阑、光电探测器、示波器等。

【重难点】

了解布拉格声光衍射和拉曼—奈斯声光衍射的区别。

【实验内容】

- 1、观察声光调制的衍射现象。
- 2、观察交流信号调制特性。
- 3、声光调制与光通讯实验演示。
- 4、计算声光调制偏转角。
- 5、测量超声波的波速。

实验十二 傅立叶变换光谱实验

【教学目标】

- 1、用傅立叶变换测钠光灯的波长。
- 2、用傅立叶变换测汞灯的波长。

【方法原理】

傅立叶变换实际就是调制与解调的过程，通过调制我们将待测光的高频率调制成我们可以掌握和接收的频率，然后将接收的信号送到解调器中进行分解，得出待测光中的频率成分及各频率对应的强度值，这样就得到了待测光的光谱图。

【实验仪器】

傅立叶变换光谱实验装置、计算机等。

【重难点】

调制与解调过程以及配套软件的操作。

【实验内容】

- 1、打开仪器，让仪器自动检零，观察溴钨灯的彩色条纹。
- 2、点击采集按键，开始采集，要选择合适的光档大小和增益。
- 3、用傅立叶变化分析采集到的光谱。
- 4、测量外用光源（汞灯、钠灯）的波长。

【课程思政】

现代光学的一个重大进展是引入“傅立叶变换”概念，由此发展成为光学领域内的一个崭新分支傅立叶变换光学。利用傅立叶光谱中存在的干涉图和光谱图的变换关系，通过傅立叶交换的方法可以测定光源的辐射光谱。它是光谱学中三种主要的分光手段之一，具有高精度、多通道、高通量、宽光谱范围以及结构紧凑等优势，不仅在光源较弱的红外光谱区占据了统治地位，同时在其他光波段，如紫外、真空紫外波段，高精度、高分辨率、小型化的傅立叶变换光谱仪较之体积和重量庞大的光栅光谱仪在应用上更为便利，效率更高，在今天仍然是人们研究的热点。

实验十三 半导体激光器实验

【教学目标】

- 1、了解半导体激光器的基本原理和基本特性
- 2、掌握半导体激光器的使用方法。

【方法原理】

半导体激光器能直接利用电源对输出激光进行调制，而且发射波长恰好与光纤传输损耗最低的波段相匹配，因此，可成为光通信的理想光源。

【实验仪器】

半导体激光器及其电源、激光功率计、双踪示波器、信号源、光电二极管等。

【重难点】

观察半导体激光器的调制特性，测量半导体激光器的光束发散角。

【实验内容】

- 1、测量半导体激光器的阈值电流。
- 2、测量半导体激光器的光束发散角。
- 3、观察半导体激光器的调制特性。

【课程思政】

光电子器件和技术是当今和未来高技术的基础，引起世界各国的极大关注。其中半导体激光器的生产和应用发展特别迅猛，它已经成功地用于光通讯和光学唱片系统；还可以作为红外高分辨率光谱仪光源，用于大气测污和同位素分离等；同时半导体激光器可以成为雷达，测距，全息照相和再现、射击模拟器、红外夜视仪、报警器等的光源。

实验十四 黑体辐射

【教学目标】

- 1、掌握和了解黑体辐射的光谱分布—普朗克辐射定律。

2、掌握和了解黑体辐射的积分辐射——斯忒藩玻尔兹曼定律。

3、掌握和了解维恩位移定律。

【方法原理】

一个原子只能吸收或者发射不连续的一份一份的能量，这个能量份额正比于它的振荡频率。并且这样的能量份额值必须是能量单元 $h\nu$ 的整数倍，即量子的整数倍。据此可推出黑体辐射的积分辐射——斯忒藩玻尔兹曼定律、维恩位移定律，即黑体的总辐射通量与黑体的绝对温度 T 的四次方成正比、光谱亮度的最大值的波长与黑体的绝对温度 T 成反比。

【实验仪器】

WGH-10 型黑体实验装置、计算机等。

【重难点】

- 1、黑体辐射软件的操作与使用
- 2、验证普朗克辐射定律、斯忒藩—玻耳兹曼定律、维恩位移定律。

【实验内容】

- 1、开机预热，选 5 个不同的电流（对应色温不同）开始进行黑体扫描。
- 2、验证普朗克辐射定律（取五个点）。
- 3、验证斯忒藩—玻耳兹曼定律和维恩位移定律。

【课程思政】

黑体辐射实验是量子理论的实验基础，本实验通过对黑体辐射的研究，测定黑体辐射的光谱分布，验证普朗克辐射定律，验证斯忒藩—玻耳兹曼定律，验证维恩位移定律，正确认识物质热辐射的量子特性，为进一步学习研究量子力学打下坚实的基础。

实验十五 等离子体实验

【教学目标】

- 3、了解等离子体的基本特性。
- 4、利用等离子体诊断技术测定等离子体的一些基本参量。

【方法原理】

在高电压下研究气体的等离子态。

【实验仪器】

等离子体物理实验组合仪、等离子体放电管等。

【重难点】

等离子体及其特性。

【实验内容】

- 1、等离子体物理实验组合仪预热和调整。
- 2、单探针法记录探针电流电压数据。
- 3、画出等离子体的伏安特性曲线并计算各项特性参数。

【课程思政】

宇宙间的物质绝大部分处于等离子体状态。天体物理学和空间物理学所研究的对象中，如太阳耀斑、日冕、日珥、太阳黑子、太阳风、地球电离层、极光以及一般恒星、星云、脉冲星等等，都涉及等离子体。处于等离子状态的轻核，在聚变过程中能够释放出大量的能量，这个过程的实现，将为人类提供取之不尽的能源。而要利用这种能量，必须先解决等离子体的约束、加热等物理问题。所以，等离子体的研究是天体物理学、空间物理学和受控热核聚变研究的基础。

此外，低温等离子体的多项技术应用，如磁流体发电、等离子体冶炼、等离子体化工、气体放电型的电子器件，以及火箭推进剂等研究，也都离不开等离子体理论基础。

实验十六 用光拍法测定光速

【教学目标】

- 1、初步了解声光效应。
- 2、掌握光拍频法测量光速的原理和实验方法。

【方法原理】

二束光具有一定的频率差产生光拍频波，根据公式 $C = \Delta\lambda \cdot \Delta f$ 求出光速。

【实验仪器】

光速测定仪、超高频功率信号发生器、数字频率计、示波器等。

【重难点】

光速测定仪的调节与使用。

【实验内容】

- 1、光速测定仪的调节。
- 2、用光拍法测量光速。

【课程思政】

光在真空中的传播速度是一个重要的基本物理常数，历史上围绕运动介质对光的传播速度的影响问题，曾做过许多重要实验；同时在实验上和理论上作过各种探讨，最终导致了爱因斯坦相对论的建立。

对光的本质的认识，体现了人们对客观事物的认识往往是循序渐进的，是要经过比较漫长的时间，且要经历一段比较艰难曲折的过程的。

六、 课程教学基本方法

本课程主要采用以教师引导学生自主探究的实验教学方式，过程如下：

- 1、预习实验：课前学生通过实验教材和网络教学资源进行实验预习，包括实验装置及其使用方法和注意事项，了解该实验项目的教学要求。
- 2、预习报告：学生每次实验之前必须写预习报告，预习报告直接写在实验报告纸上作为实验报告的前半部分，实验前交任课教师检查，教师组织学生以小组为单位就实验中的关键问题进行协作讨论。
- 3、实验方案设计：学生根据预习报告和实验器材，拟定实验方案，经小组讨论确定方案；
- 4、实验探究及数据处理：学生按实验方案进行实验操作，观察实验现象，记录并处理实验数据；
- 5、实验结果讨论：根据测量结果，学生以小组为单位进行协作讨论，得出实验结论；
- 6、撰写实验报告：整理实验数据和实验结论，撰写实验报告。

七、 实践教学安排

学生从以上实验题目中选取十二个实验题目，实验总学时为 60 学时。

八、 课程教学评价与成绩评定方法

1、课程教学评价

课程教学目标	考核内容	评价依据
课程目标 1	具备发现问题、分析问题、解决问题的能力，掌握基本实验方法和技能。	实验操作、操作测验
课程目标 2	能够查阅文献、阅读资料进行实验调研，通过准确的测量、正确进行实验数据处理，具备综合分析实验结果，撰写实验报告的能力。	实验报告(含实验预习报告)、
课程目标 3	参加实验小组协作和讨论，具备分析物理问题、选择和拟定实验方案的能力；能够与他人沟通合作。	协作讨论

2、成绩评定方法

实验操作：30%、协作讨论：10%、实验报告：30%、操作测验：30%

3、课程目标达成度评价方式

课程教学目标	实验操作		协作讨论		实验报告		操作测验	
	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重

课程教学目标 1	100	50%					100	50%
课程教学目标 2					100	100%		
课程教学目标 3			100	100%				

九、 主要教学资源

1、教材：杨长铭、田永红、王阳恩、程庆华著，物理实验，武汉大学出版社, 2011 年.

2、参考书目

(1) 吴先球、熊予莹，近代物理实验教程，科学出版社，2013.

(2) 林木欣，近代物理实验教程，科学出版社，2000.

(3) 吴思诚、王祖铨，近代物理实验，北京大学出版社，1995.

(4) 戴乐山、戴道宣，近代物理实验，复旦大学出版社，1995.

3、网上资源：

(1) <http://psat.yangtzeu.edu.cn/phylab.htm> 长江大学物理实验中心

(2) https://www.icourses.cn/sCourse/course_5923.html 近代物理实验国家级资源共享课

十、 课程学习建议

1、做好实验预习。实验前应认真阅读实验教材，上网查阅学校物理实验中心网站的相关课件和已发表的相关文献资料，了解相关实验的研究背景、目的意义和研究内容等，按要求写好实验预习报告。

2、实验前要认真阅读仪器使用说明书，严格按照实验仪器的安全操作规程使用仪器。

3、实验中遇到困难时，应学会自主分析并尝试解决问题，也可以和同组同学展开讨论，以培养自己分析解决问题及团队协作的能力。

4、实验课绝不以“数据完美”评定成绩，切不可主观意愿更改数据，更不允许抄袭、拼凑和伪造数据。只有依靠真实数据，才能看到事物的本来面貌。

5、认真撰写实验报告。不能把取得实验数据作为实验学习的终结，应把感性知识理性化。实验报告不仅是对整个实验过程的归纳总结，还可以为今后撰写科技论文打下一定的基础。

十一、 评分标准

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	70-79	60-69
	优	良	中	及格
课程目标 1	熟练掌握近代物理某些主要领域中的基本	较为熟练掌握近代物理某些主要领域中的	掌握近代物理某些主要领域中的基本实验	初步掌握近代物理某些主要领域中的基

	实验方法和技能，熟练掌握相关仪器的性能和使用，具备很好的观察能力和分析、归纳、综合能力。	基本实验方法和技能，较为熟练掌握相关仪器的性能和使用，具备良好的观察能力和分析、归纳、综合能力。	方法和技能，掌握相关仪器的性能和使用，具备较好观察能力和分析、归纳、综合能力。	实验方法和技能，熟练掌握相关仪器的性能和使用，具备一定的观察能力和分析、归纳、综合能力。
课程目标 2	熟练掌握查阅文献、阅读资料，通过多种手段和方法获取知识的能力；具备很好的与他人沟通、合作的能力。	较为熟练掌握查阅文献资料，通过多种手段和方法获取知识的能力；具备良好的与他人沟通、合作的能力。	掌握查阅文献资料，通过多种手段和方法获取知识的能力；具备较好的与他人沟通、合作的能力。	初步掌握查阅文献资料，通过多种手段和方法获取知识的能力；具备一定的与他人沟通、合作的能力。
课程目标 3	具备很好的分析物理问题、选择和拟定实验方案的能力；能够准确的测量、正确进行实验数据处理、综合分析实验结果，熟练掌握撰写实验报告的能力。	具备良好的分析物理问题、选择和拟定实验方案的能力；较为熟练掌握实验测量、数据处理和结果分析的能力，较为熟练掌握撰写实验报告的能力。	具备较好的分析物理问题、选择和拟定实验方案的能力；掌握实验测量、数据处理、结果分析的能力，掌握撰写实验报告的能力。	具备一定的分析物理问题、选择和拟定实验方案的能力；初步掌握实验测量、数据处理、结果分析的能力，熟练掌握撰写实验报告的能力。

编写人：吴望生

审核人：物电学院本科教学委员会

复变函数与积分变换

课程名称：复变函数与积分变换（Complex Function and Integral Transformation）

课程编码：081046

学 分：2 分

总 学 时：32 学时，其中，理论学时：32 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：高等数学

执 笔 人：龚小龙

审 订 人：张华峰

一、课程的性质、目的与任务

复变函数与积分变换是光电信息科学与工程专业的学科基础课，该课程是一门重要的工具课程。它与数字信号处理等后继课程有密切的联系。通过本课程学习，使学生掌握复变函数与积分变换的基本理论与方法，为学习有关专业课程和扩大知识面提供必要的数学基础。

二、教学内容与学时分配

第一章 复数与复变函数 (4 学时)

本章重点和难点：复数的表示法；复变函数的性质

第一节 复数

复数的三角表示

第三节 平面点集的一般概念

无穷大与复球面

复变函数

第二章 解析函数 (4 学时)

本章重点和难点：解析函数的充要条件

第一节 解析函数的概念

第二节 解析函数和调和函数的关系

第三节 初等函数

第三章 复变函数的积分 (4 学时)

本章重点和难点：柯西积分定理；高阶导数公式

第一节 复积分的概念

第二节 柯西积分定理

第三节 柯西积分公式

第四节 解析函数的高阶导数

第四章 解析函数的级数表示 (4 学时)

本章重点和难点：复变函数的级数展开法；洛朗级数

第一节 复数项级数

第二节 复变函数项级数

泰勒级数

洛朗级数

第五章 留数及其应用 (6 学时)

本章重点和难点：奇点的分类；留数定理

第一节 孤立奇点

第二节 留数

第三节 留数在定积分计算中的应用

第六章 傅里叶变换

(5 学时)

本章重点和难点：傅里叶变换的性质；狄拉克函数

第一节 傅里叶变换的概念

第二节 傅里叶变换基本性质

第三节 傅里叶变换逆变换

第四节 傅里叶变换的应用及综合举例

第七章 拉普拉斯变换

(5 学时)

本章重点和难点：拉普拉斯变换的性质；拉普拉斯变换法求解微分方程

第一节 拉普拉斯变换的概念

第二节 拉普拉斯变换的性质

第三节 拉普拉斯逆变换

第四节 拉普拉斯变换的应用及综合举例

三、教学基本要求

通过本课程的学习，学生应理解复数、复变函数、解析函数的概念；熟练掌握柯西积分定理与公式，留数定理及其在定积分计算中的应用，以及拉普拉斯变换的概念与应用；提高运用数学方法解决物理问题的能力。

四、大纲说明

本大纲适用于光电信息科学与工程专业，教学总时数为 32 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。本课程宜安排在学生学完高等数学、线性代数等有关课程之后进行，考试方式采用闭卷形式。

五、教学参考书

[1] 华中科技大学数学系. 复变函数与积分变换（第三版）[M]. 北京：高等教育出版社，2008 年.

[2] 梁昆淼. 数学物理方法（第四版）[M]. 北京：高等教育出版社，2010 年.

[3] 苏变萍 陈东立. 复变函数与积分变换（第二版）[M]. 北京：高等教育出版社，2010 年.

电路与模拟电子技术

课程名称：电路与模拟电子技术（Circuit and Analog Electronics Technology）

课程编码：081073

学 分：4.5 分

总 学 时：72 学时，其中：理论学时：72 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：高等数学、大学物理

执 笔 人：李 林

审 订 人：李 松

一、课程的性质、目的与任务

本课程是应用物理学专业的学科基础课，是实践性很强的课程。本课程的目的是使学生掌握电路与模拟电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能，培养学生分析、解决电路和电子线路问题的能力，为学习后续有关课程及今后的工作打下基础。

二、教学内容、基本要求与学时分配

第一章 电路的基本概念和基本定律

(4 学时)

本章重点和难点: 电压、电流的参考方向、功率的概念和计算、电路元件的伏安关系、基尔霍夫定律。

第一节 电路和电路模型

第二节 电路的基本物理量

第三节 电路元件

第四节 基尔霍夫定律

第二章 电路的基本分析方法

(10 学时)

本章重点和难点: 理解电路等效变换的概念、掌握电阻和电源的等效变换。掌握支路电流法, 网孔电流法和结点电压法和弥尔曼定理。能熟练应用叠加定理和戴维宁定理。理解受控源的概念, 掌握含受控源电路的分析方法。

第一节 电路的等效变换

第二节 电阻电路的一般分析法

第三节 电路定理

第四节 受控源和含受控源电路的分析

第三章 正弦交流电路

(12 学时)

本章重点和难点: 基尔霍夫定律和元件伏安关系的相量形式, 正弦稳态电路的相量分析法。阻抗的概念及计算; 有功功率、无功功率、视在功率与功率因素的概念及计算方法。理解 RLC 串、并联电路的谐振现象, 了解谐振电路的频带和选择性的概念。掌握三相电路线电压、相电压、线电流和相电流的概念及其关系, 掌握对称三相电路的计算。

第一节 正弦交流电的基本概念

第二节 正弦量的相量表示

第三节 正弦交流电路中的电阻、电感、电容元件

第四节 基尔霍夫定律的相量形式

第五节 阻抗与导纳

第六节 一般正弦交流电路的计算

第七节 正弦交流电路的功率

第八节 谐振电路

第九节 互感电路

第十节 三相交流电路

第四章 电路的暂态分析

(5 学时)

本章重点和难点: 换路定则和初始值的计算方法、时间常数的概念。一阶电路零输入响应和零状态响应的计算和一阶电路的三要素分析法

第一节 换路定则及初始值的计算

第二节 一阶电路的零输入响应

第三节 一阶电路的零状态响应

第四节 一阶电路的全响应及三要素分析法

第五章 半导体二极管和三极管

(5 学时)

本章重点和难点: 理解半导体的导电特性, 掌握二极管的伏安特性。掌握晶体管的特性曲线和微变等效电路。

第一节 半导体的基础知识

第二节 二极管

第三节 特殊二极管

第四节 晶体管

第五节 场效应晶体管

第六章 三极管放大电路

(12 学时)

本章重点和难点: 放大电路的基本概念和放大电路的工作原理及放大电路的静态分析法——估算法和图解法。放大电路的动态分析法——微变等效电路法和图解法。掌握共集放大电路特性和多级放大器的计算方法。理解功率放大电路, 理解差动放大电路的工作原理。

第一节 晶体管单管放大电路

第二节 功率放大电路

第三节 差分放大电路

第四节 场效晶体管放大电路

第五节 多级放大电路

第六节 集成运算放大器

第七章 放大电路中的负反馈

(6 学时)

本章重点和难点：反馈的概念及反馈极性的判别方法和负反馈的类型及其判别方法。了解负反馈对放大器性能的影响，能估算深度负反馈放大电路的放大倍数。

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分析计算

第八章 信号运算与处理

(7 学时)

本章重点和难点：比例运算、加法运算、减法运算和积分运算电路的计算。微分运算、对数和指数运算、乘法和除法运算电路的工作原理。有源滤波电路的概念；掌握低通滤波电路工作原理和幅频特性；了解高通、带通和带阻滤波器幅频特性。电压比较器工作原理。

第一节 基本运算放大电路

第二节 测量放大电路

第三节 有源滤波电路

第四节 电压比较器

第九章 信号产生电路

(6 学时)

本章重点和难点：产生稳定正弦振荡的条件(相位平衡条件、幅度平衡条件)。RC 串并联式正弦振荡电路的工作原理、起振条件、稳幅原理及振荡频率的计算。非正弦波产生电路的工作原理。

第一节 正弦波振荡电路

第二节 非正弦波产生电路

第十章 直流稳压电源

(5 学时)

本章重点和难点：整流、滤波电路的工作原理和输出电压的计算。稳压管稳压电路和串联反馈式稳压电路的工作原理，稳成稳压器的应用。

第一节 单相整流滤波电路

第二节 线性稳压电路

第三节 开关型稳压电路

第四节 晶闸管及可控整流电路

四、大纲说明

1、本大纲按总学时 72 学时编写。

2、由于本课程实践性很强，因此要在实验中加强培养学生分析、解决问题的能力。

3、每次课后均要布置 2~3 个练习题，要求按时按量完成。

五、教学参考书

[1] 高玉良. 电路与模拟电子技术（第三版）[M]. 北京：高等教育出版社，2013 年.

[2] 温照方. 电路基础 [M]. 北京：北京理工大学出版社，1996 年.

[3] 秦曾煌. 电工学（上、下册）（第五版）[M]. 北京：高等教育出版社，1999 年.

[4] 杨素行. 模拟电子技术基础简明教程（第二版）[M]. 北京：高等教育出版社，1999 年.

六、学习网站

[1] 电路与模拟电子技术，中国高校电子电气课程网，网址：<http://ee.cncourse.com>

电路与电子技术实验

一、性质、目的与任务

《电路与电子技术实验》是继《电路与模拟电子技术》、《数字电子技术》理论课程后十分重要的实验课程,其教学目的在于通过该课程的教学,引导学生理解电路和电子技术中的基本概念、基本理论,进一步巩固和加深学生对理论知识的理解;同时让学生掌握初步的电子技术实验能力,加强学生实验基本技能的综合训练,培养学生对电路的研究能力、设计能力及创新能力。

二、教学基本要求

通过实验教学,加深对基础理论知识的理解,培养学生实验动手能力。通过本课程的学习,学生应达到以下要求:1、通过集成器件的应用实践,具有电子电路小系统的设计能力;2、进一步熟练掌握常用电子仪器特别是数字示波器的使用;3、掌握电路的基本性能指标的测量方法;4、电子电路的调试和查、排故障能力。

三、实验项目与类型

实验(学时具体分配见下表): 其中电路与模拟电子技术部分 24 学时, 数字电子技术部分 16 学时 (40 学时)

序号	实验项目	学时	实验类型				备注	
			演示	验证	综合	设计	必做	选做
1	常用电子仪器使用练习	3		√			√	
2	叠加原理的验证	3	√			√	√	
3	戴维南定理	3	√			√	√	
4	比例求和运算电路	3		√			√	
5	电压比较器	3		√			√	
6	单级共射放大电路	3		√			√	
7	射极跟随电路	3		√			√	
8	集成电路 RC 正弦波振荡器	3		√			√	
9	与非门电路的测试	3		√			√	
10	SSI 组合逻辑电路	3		√			√	
11	MSI 组合逻辑电路	3		√			√	
12	计数器、移位寄存器电路	3			√		√	
13	555 集成定时器及其应用	4			√		√	

四、实验教学内容及学时分配

实验一 常用电子仪器的使用练习

(3 学时)

1. 目的要求

了解双踪示波器、函数发生器、直流稳压电源、数字万用表的原理框图及主要技术指标;学习掌握用双踪示波器观察、测量波形的幅值、频率及相位的基本方法;学习函数信号发生器输出频率范围、幅值范围、面板各旋钮作用及使用方法;学习掌握直流稳压电源的使用方法;学习掌握数字万用表的使用方法。

2. 方法原理

测量电压 $U_{pp} = Y \times \text{偏转因数}$, $U_{eff} = \frac{1}{2\sqrt{2}} U_{pp}$, 测量周期 $T = X \times \text{时基因数}$ 。

3. 主要实验仪器及材料

双踪示波器、函数信号发生器、交流毫伏表、数字万用表及电阻、电容。

4. 掌握要点

示波器测量信号的电压及频率、周期的方法，函数信号发生器输出信号的调节方法。

5. 实验内容：

- (1) 示波器的使用；
- (2) 函数信号发生器及数字万用表的使用。

实验二 叠加原理的验证

(3 学时)

(一) 实验目的：验证线性电路叠加原理的正确性，从而加深对线性电路的叠加性和齐次性的认识和理解。

(二) 实验内容：验证叠加原理与齐次定理并记录数据

(三) 实验要求：

- 1、根据实验数据验证线性电路的叠加性与齐次性。
- 2、各电阻器所消耗的功率能否用叠加原理计算得出？根据实验数据，进行计算并作结论。

实验三 戴维南定理-有源二端网络等效参数的测定

(3 学时)

(一) 实验目的：

- 1、验证戴维南定理的正确性。
- 2、掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

(二) 实验内容：

- 1、用开路电压、短路电流法测定戴维南等效电路的 U_{OC} 和 R_0 ；
- 2、负载实验；
- 3、验证戴维南定理；
- 4、测定有源二端网络等效电阻的其它方法。

(三) 实验要求：

- 1、根据步骤 2 和 3，分别绘出曲线，验证戴维南定理的正确性，并分析产生误差的原因。
- 2、根据步骤 1、4 各种方法测得的 U_{OC} 与 R_0 与预习时电路计算的结果作比较，能得出什么结论。

实验四 比例求和运算电路

(3 学时)

1. 目的要求

掌握用集成运算放大器组装比例、求和电路，掌握比例、求和运算电路的特点及性能。学会上述电路的测试和分析方法。

2. 方法原理

$$A_{uf} = \frac{u_o}{u_i} = -\frac{R_F}{R_1} \quad A_{uf} = \frac{u_o}{u_i} = 1 + \frac{R_F}{R_1}$$

3. 主要实验仪器及材料

示波器、函数信号发生器、数字万用表、交流毫伏表、模拟电路实验箱。

4. 掌握要点

虚短和虚短的概念。

5. 实验内容

- (1) 组装电压跟随电路并测试；
- (2) 组装同相、反比例放大电路并测试、观察记录工作波形；
- (3) 组装求和、求差电路并测试。

实验五 电压比较器

(3 学时)

1. 目的要求

掌握比较器的电路构成及特点，学会测试比较器的方法。

2. 方法原理

单门限电压比较器、过零比较器、迟滞比较器工作原理。

3. 主要实验仪器及材料

示波器、函数信号发生器、数字万用表、交流毫伏表、模拟电路实验箱。

4. 掌握要点

运算放大器工作在非线性状态下的应用。

5. 实验内容

- (1) 组装过零比较器电路，测试传输特性，在图上标出相应参数；
- (2) 组装反相滞回比较器电路，测试传输特性，在图上标出相应参数；
- (3) 组装同相滞回比较器电路，测试传输特性，在图上标出相应参数。

实验六 单级共射放大电路

(3 学时)

1. 目的要求

掌握单级共射放大电路静态工作点的测量和调整方法，了解电路参数变化对静态工作点的影响。掌握单级共射放大电路动态指标的测量方法，学习幅频特性的测量方法。

2. 方法原理

单级共射放大电路工作原理，电压放大倍数、输入电阻、输出电阻的理论计算。

3. 主要实验仪器及材料

示波器、函数信号发生器、数字万用表、交流毫伏表、模拟电路实验箱。

4. 掌握要点

静态工作点的调试过程，通频带的测量方法。

5. 实验内容

- (1) 组装单级共射放大电路，测量静态工作点；
- (2) 电压放大倍数的测量；
- (3) 输入电阻的测量；
- (4) 输出电阻的测量；
- (5) 通频带的测量；
- (6) 观察静态工作点设置对电路输出的影响。

实验七 射极跟随电路

(3 学时)

1. 目的要求

掌握共集电极放大电路静态工作点的测量和调整方法，掌握放大电路动态指标的测量方法。

2. 方法原理

共集电极放大电路工作原理，电压放大倍数、输入电阻、输出电阻的理论计算。

3. 主要实验仪器及材料

示波器、函数信号发生器、数字万用表、交流毫伏表、模拟电路实验箱。

4. 掌握要点

静态工作点的调试过程。

5. 实验内容

- (1) 组装放大电路，测量静态工作点；
- (2) 电压放大倍数的测量；
- (3) 输入电阻的测量；
- (4) 输出电阻的测量；

实验八 集成电路 RC 正弦波振荡器

(3 学时)

1. 目的要求

掌握桥式 RC 正弦波振荡器的电路构成原理，熟悉正弦波振荡器的测试方法。

2. 方法原理

桥式 RC 正弦波振荡电路的基本原理。

3. 主要实验仪器及材料

示波器、函数信号发生器、数字万用表、交流毫伏表、模拟电路实验箱。

4. 掌握要点

桥式 RC 正弦波振荡电路的起振条件。

5. 实验内容

- (1) 组装桥式 RC 正弦波振荡电路；
- (2) 调节反馈系数，观察振荡现象；
- (3) 测量振荡产生信号的幅度和频率。

实验九 与非门电路的测试

(3 学时)

1. 目的要求

掌握 74LS20 及 74LS00 型 TTL 集成与非门主要参数的测试方法；学会使用数字表逻辑档检测 TTL 门电路好坏的方法。

2. 方法原理

TTL 与非门空载导通功耗、空载截止功耗、输入短路电流、输出高、低电平、电压传输特性曲线、开门电平和关门电平等参数的定义与测试方法。

3. 主要实验仪器及材料

示波器、信号发生器、万用表、74LS20、74LS00、数字电路实验箱。

4. 掌握要点

万用表、示波器的使用方法，电压传输特性曲线测试电路的连接与测试过程。

5. 实验内容：

- (1) 空载导通功耗 P_{on} 、截止功耗 P_{off}
- (2) 输出高电平 V_{OH} 、输出低电平 V_{OL}
- (3) 电压传输特性曲线

实验十 SSI 组合逻辑电路

(3 学时)

1. 目的要求

加深理解组合逻辑电路的特点和一般分析方法；熟悉 SSI 组合逻辑电路的设计方法；验证半加器、全加器的功能。

2. 方法原理

组合逻辑电路的分析和设计方法；半加器、全加器的工作原理。

3. 主要实验仪器及材料

示波器、信号发生器、万用表、74LS20、74LS86、74LS04、数字电路实验箱。。

4. 掌握要点

半加器、全加器的分析和设计方法。

5. 实验内容

- (1) 测试半加器的逻辑功能；
- (2) 测试全加器的逻辑功能；

实验十一 MSI 组合逻辑电路

(3 学时)

1. 目的要求

学会 74LS283 四位二进制加法器的使用方法；掌握由一位加法器构成串行进位加法器的连接方法和测试方法。

2. 方法原理

由一位加法器构成串行进位加法器的串行连接方法

3. 主要实验仪器及材料

示波器、信号发生器、万用表、74LS283、数字电路实验箱。

4. 掌握要点

串行连接加法器的原理，74LS283 芯片的引脚排布和功能。

5. 实验内容

(1) 超有进位集成 4 位加法器 74LS283 功能测试；

(2) 利用 74LS283 设计一个 BCD 码加法器。

实验十二 计数器、移位寄存器电路

(3 学时)

1. 目的要求

掌握各种进制计数器功能、特点及使用方法；掌握计数器级联方法及特点；掌握双向移位寄存器功能特点。

2. 方法原理

计数器级联方法；双向移位寄存器工作原理。

3. 主要实验仪器及材料

示波器、信号发生器、万用表、74LS08、74LS163、74LS160、74LS194、数字电路实验箱。

4. 掌握要点

计数器、双向移位寄存器的电路连接与功能测试。

5. 实验内容

(1) 二进制计数器功能测试；

(2) N 进制度计数功能测试；

(3) 十进制同步计数器 74LS160 级联使用；

(4) 四位双向移位寄存器的功能测试。

实验十三 555 集成定时器及其应用

(4 学时)

1. 目的要求

熟悉 555 型集成时基电路结构、工作原理及其特点；掌握 555 型集成时基电路的基本应用。

2. 方法原理

555 型集成时基电路结构、工作原理。

3. 主要实验仪器及材料

示波器、信号发生器、万用表、NE555、数字电路实验箱。

4. 掌握要点

555 定时器的工作原理以及典型应用：构成单稳态触发器、构成多谐振荡器、组成占空比可调的多谐振荡器、组成施密特触发器。

5. 实验内容

(1) 应用 555 定时器构成单稳态触发器；

(2) 应用 555 定时器构成多谐振荡器；

(3) 应用 555 定时器构成施密特触发器。

五、成绩评定与考核

成绩评定：包含实验操作、实验报告成绩。实验操作 60%，实验报告 40%。

六、实验教学指导书和参考书

[1] 高玉良.《电路与电子技术实验教程》，[M]. 北京：中国电力出版社，2006 年.

[2] 陈大钦.《电子技术基础实验》，[M]. 北京：高等教育出版社，2008 年.

[3] 雷迈特科技有限公司. 电子技术实验指导手册.

数字电子技术

课程名称：数字电子技术（Digital Electronic Technology）

课程编码：081055

学 分：3 分

总 学 时：48 学时，其中，**理论学时**：48 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：电路与模拟电子技术

执 笔 人：李 林

审 订 人：李 松

一、课程的性质、目的与任务：

《数字电子技术》是应用物理学专业的学科基础课。开设本课程的目的：通过本课程的学习使学生掌握一定的电子技术基础理论、基本知识和基本技能。培养学生对各种功能电路工作原理的定性分析、性能指标的工程计算能力。为进一步学习和掌握不断发展的电子技术打下良好的基础。

二、教学内容与学时分配：

第一章 数字逻辑概论 (2 学时)

本章重点和难点：数制与码制的表示方法，二、八、十六进制的转换

第一节 数字电路与数字信号

第二节 数制

第三节 二进制数的算术运算

第四节 二进制代码

第五节 二值逻辑变量与基本逻辑运算

第六节 逻辑函数及其表示方法

第二章 逻辑代数 (4 学时)

本章重点和难点：逻辑代数的基本规则，用代数法化简逻辑函数的方法

第一节 逻辑代数

第二节 逻辑函数的卡诺图化简法

第三章 逻辑门电路 (4 学时)

本章重点和难点：CMOS 与非门和 CMOS 或非门的电路结构和工作原理

第一节 MOS 逻辑门电路

第二节 TTL 逻辑门电路

第五节 逻辑描述中的几个问题

第六节 逻辑门电路使用中的几个实际问题

第四章 组合逻辑电路的分析与设计 (8 学时)

本章重点和难点：组合逻辑电路的设计，若干典型的组合逻辑集成电路的应用

第一节 组合逻辑电路的分析

第二节 组合逻辑电路的设计

第三节 组合逻辑电路中的竞争冒险

第四节 若干典型的组合逻辑集成电路

第五节 组合可编程逻辑器件

第五章 锁存器与触发器 (4 学时)

本章重点和难点：触发器的工作原理以及逻辑功能

- 第一节 双稳态存储单元电路
- 第二节 锁存器
- 第三节 触发器的电路结构和工作原理
- 第四节 触发器的逻辑功能

第六章 时序逻辑电路 (10 学时)

本章重点和难点：同步时序逻辑电路的分析及设计应用

- 第一节 时序逻辑电路的基本概念
- 第二节 同步时序逻辑电路的分析
- 第三节 同步时序逻辑电路的设计
- 第四节 异步时序逻辑电路的分析

第七章 存储器、复杂可编程器件和现场可编程门阵列 (6 学时)

本章重点和难点：只读存储器和随机存取存储器工作原理与应用

- 第一节 只读存储器
- 第二节 随机存取存储器
- 第三节 复杂可编程逻辑器件
- 第四节 现场可编程门阵列

第八章 脉冲波形的变换与产生 (6 学时)

本章重点和难点：单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器、555 定时器的工作原理及应用

- 第一节 单稳态触发器
- 第二节 施密特触发器
- 第三节 多谐振荡器
- 第四节 555 定时器及其应用

第九章 数模与模数转换器 (4 学时)

本章重点和难点：数模与模数转换器的工作原理

- 第一节 D/A 转换器
- 第二节 A/D 转换器

三、教学基本要求

掌握逻辑门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、半导体存储器、脉冲产生与整形、A/D 与 D/A 转换器等模拟电路的基本概念、基本原理和基本分析方法。使学生初步具有读图能力和设计简单电路的能力，具有定量分析计算（包括合理的近似）基本电路性能指标的能力。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学本科专业。教学总时数为 48 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生电路分析和设计能力。

五、教学参考书

- [1]康华光，电子技术基础（数字部分）（第六版），[M]．北京：高等教育出版社，2013 年．
- [2]童诗白，《数字电子技术基础》（第三版），[M]．北京：高等教育出版社，2001 年．

六、学习网站

- [1]电子技术基础，华中科技大学精品课程，网址：<http://jpkc.hust.edu.cn>

数学物理方程与特殊函数

课程名称：数学物理方程与特殊函数（Mathematical Physical Equation and Special Function）

课程编码：081007

学 分：2 分

总 学 时：32 学时，其中，理论学时：32 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：高等数学

执 笔 人：陈方

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

数理方程与特殊函数是光电信息科学与工程专业的学科基础课。该课程是一门重要的工具课程，它和电磁场与电磁波、量子力学、光纤光学等后继课程有着密切的联系。通过本课程学习，使学生初步掌握数学物理方程的基本理论与方法，为学习有关专业课程与扩大知识面提供必要的数学基础。

二、教学内容与学时分配

第一章 三类典型方程的定解条件的推导 (4 学时)

本章重点和难点：三类典型数理方程；各种边界条件

第一节 数学物理方程的导出

第二节 定解条件

初始条件；边界条件；衔接条件。

第三节 数学物理方程的分类

第二章 分离变数法 (6 学时)

本章重点和难点：分离变数法；非齐次边界条件的处理

第一节 齐次方程的分离变数法

第二节 非齐次振动方程和输运方程

傅立叶级数法；冲量定理法。

第三节 非齐次边界条件的处理

一般处理方法；特殊处理方法。

第四节 泊松方程

第三章 球函数 (4 学时)

本章重点和难点：勒让德多项式；球函数的正交归一性

第一节 轴对称球函数

勒让德多项式；勒让德多项式的正交关系；拉普拉斯方程的轴对称定解问题；递推公式

第二节 连带勒让德方程

第三节 一般的球函数

第四章 柱函数 (6 学时)

本章重点和难点：贝塞尔函数的正交归一性；球贝塞尔方程的求解

第一节 三类柱函数

第二节 贝塞尔方程

贝塞尔函数与本征值问题；贝塞尔函数的正交关系；傅立叶-贝塞尔级数；诺伊曼函数

第三节 柱函数的渐进公式

第四节 虚宗量的贝塞尔方程

第五节 球贝塞尔方程

第五章 格林函数 解的积分公式

(6 学时)

本章重点和难点：电象法求格林函数

第一节 泊松方程的格林函数法

第二节 用电象法求格林函数

无界空间的格林函数；用电象法求格林函数。

第三节 含时间的格林函数

第四节 用冲量定理法求格林函数

第六章 积分变换法

(6 学时)

本章重点和难点：傅立叶变换法和拉普拉斯变换法求解定解问题

第一节 傅立叶积分与傅立叶变换

第二节 傅立叶变换法

一般吸收和选择吸收；朗伯定律；吸收光谱。

第三节 拉普拉斯变换

第四节 拉普拉斯变换法

三、教学基本要求

通过本课程的学习，学生应了解三类典型方程的建立，定解问题及线性偏微分方程的迭加原理。熟练掌握分离变量法，变量代换法、积分变换法与格林函数法。能熟练应用贝塞尔函数、勒让德函数去求解相关的定解问题。

四、大纲说明

本大纲适用于光电信息科学与工程专业，教学总时数为 32 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。本课程宜安排在学生学完高等数学、线性代数等有关课程之后进行，考试方式采用闭卷形式。

五、教学参考书

- [1] 王元明. 数学物理方程与特殊函数 (第三版) [M]. 北京：高等教育出版社，2004 年.
- [2] 梁昆淼. 数学物理方法 (第四版) [M]. 北京：高等教育出版社，2010 年.
- [3] 汪德新. 数学物理方法 (第三版) [M]. 北京：科学出版社，2006 年.

六、学习网站

[1] 数学物理方法，国家精品课程网站，

网址：http://www.icourses.cn/coursestatic/course_3450.html

专业课程

电磁场与电磁波

课程名称：电磁场与电磁波 (Electromagnetic Field and Electromagnetic Wave)

课程编码: 081010

学 分: 3.5 分

总 学 时: 56 学时, 其中, 理论学时: 56 学时

适用专业: 应用物理学、光电信息科学与工程、光源与照明

先修课程: 高等数学、电磁学、数学物理方程与特殊函数

执 笔 人: 田永红

审 订 人: 赵 明

一、课程的性质、目的与任务

本课程是高等学校应用物理学、光电信息科学与工程、光源与照明专业本科生必修的一门技术基础课。

本课程以“麦克斯韦方程”为主线, 从一般到具体(由静到动、由无界到有界、由无源到有源), 系统地阐述了电磁场与电磁波的基本理论和分析方法, 重点突出电磁场的传输特性, 通过本课程的学习, 使学生获得电磁场与电磁波的基本理论知识和应用理论知识解决问题的能力, 获得与之有关的分析计算方法。

二、教学内容与学时分配

第一章 矢量分析

(8 学时)

本章重点: 矢量混合积, 矢量三重积, 三种坐标系单位矢及空间变化、空间微元, 梯度的物理意义及计算, 梯度与方向导数关系, 矢量场散度的物理意义及计算, 散度定理, 旋度的物理意义及计算, 斯托克斯定理, 无源场、无旋场的特点, 哈密顿算符, 拉普拉斯算符, 亥姆霍兹定理的意义

本章难点: 矢量三重积, 坐标单位矢的空间变化, 散度定理的应用, 旋度的物理意义及计算, 斯托克斯定理应用, 哈密顿算符运算公式, 矢量场的拉普拉斯运算公式

绪论

一、电磁理论发展及应用; 二、本课程的研究对象、研究方法、研究内容; 三、本课程的学习

第一节 矢量代数

一、标量和矢量; 二、矢量的加法和减法; 三、矢量的乘法。

第二节 三种常用的正交坐标系

一、直角坐标系; 二、圆柱坐标系; 三、球坐标系。

第三节 标量场的梯度

一、标量场的等值面; 二、方向导数; 三、梯度。

第四节 矢量场的通量与散度

一、矢量场的矢量线; 二、通量; 三、散度; 四、散度定理。

第五节 矢量场的环流与旋度

环流; 二、旋度; 三、斯托克斯定理。

第六节 无旋场与无散场

一、无旋场; 二、无散场。

第七节 拉普拉斯运算与格林定理

拉普拉斯运算; 二、格林定理。

第八节 亥姆霍兹定理

第二章 电磁场的基本规律

(12 学时)

本章重点: 电荷、电流模型及其数学描述, 库仑定律, 静电场的性质及场强的计算, 安培定律, 恒定磁场的性质, 极化强度, 极化电荷分布, 电位移矢量, 电介质的本构关系, 磁化强度, 磁化电流分布, 磁场强度, 磁介质本构关系, 法拉第电磁感应定律, 涡旋电场、位移电流, 麦克斯韦方程及特性, 电磁场的边值关系

本章难点：面电流密度的概念及与电流关系，电场的局域性，磁场的旋度，极化电荷分布，磁化电流分布，磁场的局域性，涡旋电场、位移电流，麦克斯韦方程性质，电磁场切向边值关系

第一节 电荷守恒定律

一、电荷及电荷密度；二、电流及电流密度；三、电荷守恒定律与电流连续性方程。

第二节 真空中静电场的基本规律

一、库仑定律；二、电场强度；三、静电场的散度与旋度。

第三节 真空中恒定磁场的基本规律

一、安培力定律；二、磁感应强度；三、恒定磁场的散度与旋度。

第四节 媒质的电磁性质

一、电介质的极化 电位移矢量；二、磁介质的磁化 磁场强度；三、媒质的传导特性。

第五节 电磁感应定律和位移电流

一、法拉第电磁感应定律；二、位移电流。

第六节 麦克斯韦方程组

一、麦克斯韦方程的积分形式；二、麦克斯韦方程的微分形式；三、媒质的本构关系。

第七节 电磁场的边界条件

一、边界条件的一般形式；二、两种特殊情况下的边界条件。

第三章 静态电磁场及其边值问题的解

(14) 学时

本章重点：静电位微分方程，电容的概念及典型双导体电容的计算，静电场的能量，恒定电场的基本方程和边值关系，静电比拟，电阻的计算，恒定磁场的基本方程和边值关系，矢量磁位的计算，标量磁位及微分方程，电感的计算，恒定磁场的能量，镜像法，分离变量法

本章难点：静电位边值关系，静电场的能量，静电力，恒定电场的电荷分布，矢量磁位的计算，恒定磁场的能量，标量磁位引入条件，像电荷的确定，分离变量法中求解条件和待定系数的确定

第一节 静电场分析

一、静电场的基本方程和边界条件；二、电位函数；三、双导体系统的电容；四、静电场的能量；五、静电力*。

第二节 导电媒质中的恒定电场分析

一、恒定电场的基本方程和边界条件；二、恒定电场与静电场的比拟。

第三节 恒定磁场分析

一、恒定磁场的基本方程和边界条件；二、矢量磁位和标量磁位；三、电感；四、恒定磁场的能量；五、磁场力*。

第四节 静态场的边值问题及解的惟一性定理

一、边值问题的类型；二、惟一性定理。

第五节 镜像法

一、接地导体平面的镜像；二、导体球面的镜像；三、导体圆柱面镜像*；四、介质平面镜像。

第六节 分离变量法

一、直角坐标系中的分离变量法；二、圆柱坐标系中的分离变量法*；三、球坐标系中的分离变量法。

第七节 有限差分法*

一、有限差分方程；二、差分方程的求解方法

第四章 时变电磁场

(4 学时)

本章重点：电磁场的波动方程，矢量磁位与标量位，规范变换与规范条件，达朗贝尔方程，惟一性定理条件，时谐场的复数表示，复矢量的麦克斯韦方程，平均坡印廷矢量

本章难点：规范变换与规范不变性，标量位，平均坡印廷矢量

第一节 波动方程

第二节 电磁场的位函数

矢量位和标量位；二、达朗贝尔方程。

第三节 电磁能量守恒定律

第四节 惟一性定理

第五节 时谐电磁场

一、时谐电磁场的复数表示；二、复矢量的麦克斯韦方程；三、复电容率和复磁导率；四、亥姆霍兹方程；五、时谐场的位函数；六、平均能量密度和平均能流密度矢量。

第五章 均匀平面波在无界空间中的传播

(4 学时)

本章重点：均匀平面波的表示方法，理想介质中均匀平面波的传播特性，传播特性参数及物理意义，波的极化概念及三种极化波，极化状态的判断及应用，均匀平面波在导电媒质中的传播特性

本章难点：极化状态的判断及应用，导电媒质中电磁场求解

第一节 理想介质中的均匀平面波

一、理想介质中的均匀平面波函数；二、理想介质中均匀平面波的传播特点；三、沿任意方向传播的均匀平面波。

第二节 电磁波的极化

一、极化的概念；二、直线极化波；三、圆极化波；四、椭圆极化波。

第三节 均匀平面波在导电媒质中的传播

一、导电媒质中的均匀平面波；二、弱导电媒质中的均匀平面波；三、良导体中的均匀平面波。

第四节 色散与群速*

第六章 均匀平面波的反射与透射

(8 学时)

本章重点：反射系数与透射系数，电磁波的合成，驻波系数，反射定律、折射定律，全反射、无反射现象及应用，均匀平面波对理想导体平面斜入射时的反射波及入射波与反射波的合成

本章难点：合成波的特点，反射波与入射波的相位关系，均匀平面波对理想导体平面斜入射时的电磁波合成

第一节 均匀平面波对分界平面的垂直入射

一、对导电媒质分界面的垂直入射；二、对理想导体平面的垂直入射；三、对理想介质分界面的垂直入射。

第二节 均匀平面波对多层介质分界平面的垂直入射

一、多层媒质的场量关系与等效波阻抗；二、四分之一波长匹配层；三、半波长介质窗。

第三节 均匀平面波对理想介质分界平面的斜入射

一、反射定律与折射定律；二、反射系数与透射系数；三、全反射与全透射。

第四节 均匀平面波对理想导体平面的斜入射

一、垂直极化波对理想导体表面的斜入射；二、平行极化波对理想导体表面的斜入射。

第七章 导行电磁波

(4 学时)

本章重点：纵向场分析法，传播常数，截止波数（频率），相速度，矩形波导的主模，矩形波导的传输功率，圆柱型波导中的三种典型模式，谐振腔的谐振频率，谐振腔的品质因数

本章难点：纵向场分析法，工作波长、截止波长、波导波长之关系，矩形波导主模的管壁电流，谐振腔的品质因数

第一节 导行电磁波概论

一、 TEM 波；二、 TM 波和 TE 波。

第二节 矩形波导

一、矩形波导中的场分布；二、矩形波导中波的传播特性；三、矩形波导中的主模；三、矩形波导中的传输功率。

第三节 圆柱形波导

一、圆柱形波导中的场分布；二、圆柱形波导中波的传播特性；三、圆柱形波导中的三种典型模式。

第四节 谐振腔

第八章 电磁辐射

(2 学时)

本章重点：滞后位，电偶极子的辐射

本章难点：达朗伯方程求解，电偶极子辐射场的计算

第一节 滞后位

第二节 电偶极子辐射

电偶极子的近场区；二、电偶极子的远场区。

三、教学基本要求

1. 理解标量场与矢量场的概念，熟悉三种常用的坐标系；理解矢量场的散度和旋度、标量场的梯度概念，掌握散度、旋度和梯度的计算方法；熟练掌握和应用散度定理和斯托克斯定理；理解亥姆霍兹定理的重要意义。
2. 理解电荷及其分布、电流及其分布以及电流连续性方程；理解电场和磁场的概念，掌握电场强度和磁场强度的积分公式，会计算一些简单源分布产生的场；掌握电场基本方程，了解电介质的极化现象及极化电荷分布；掌握静磁场的基本方程，了解磁介质的磁化现象及磁化电流分布；掌握电磁感应定律及位移电流的概念，牢固掌握麦克斯韦方程组并深刻理解其物理意义，正确理解和使用边界条件。
3. 掌握静电场的基本方程和边界条件，掌握静电场中的电位函数及其微分方程，掌握电位的边值关系；理解电场能量和能量密度的概念，会计算一些典型场的能量；掌握电容的概念，会计算典型双导体的电容；掌握恒定电场的基本方程和边界条件，了解静电比拟法，会计算典型导体的电阻；掌握恒定磁场的基本方程与边界条件，理解矢量磁位及其微分方程，了解标量磁位的概念；理解磁场能量和能量密度，会计算一些典型场的磁场能量，会计算典型回路的电感；理解静电场的惟一性定理及其重要意义；掌握镜像法的基本原理，会用镜像法求解一些典型问题；掌握分离变量法，会用分离变量法求解直角坐标和球坐标中一些简单的二维问题。
4. 掌握电磁场的波动方程，理解动态矢量位和标量位的概念以及满足的微分方程；理解坡印廷定理的物理意义，能用坡印廷矢量分析计算电磁能量的传输；理解时变场惟一性定理及其重要意义；掌握正弦电磁场的复数表示方法及其意义，掌握复数形式的麦克斯韦方程和波动方程，掌握有损耗媒质特性参数的描述，掌握平均坡印廷矢量。
5. 掌握波的概念和表示方法，理解均匀平面波的概念及研究均匀平面波的意义；理解和掌握均匀平面波在无界理想介质中的传播特性，理解描述传播特性的参数的物理意义；掌握波的极化概念以及研究波极化的意义，掌握三种极化方式的条件并能正确判别波的极化状态。
6. 掌握均匀平面波对理想导体平面和理想介质平面的垂直入射的分析方法和过程，理解所得结果表征的物理意义；了解均匀平面波对分界面斜入射问题的分析方法，理解斯耐尔反射定律和折射定律以及反射系数、透射系数的意义；理解全反射现象和无反射现象的概念，掌握其产生条件，了解其应用。
7. 理解纵向场分析法，牢固掌握该方法中涉及的有关物理量（如传播常数、截止波数等）的物理意义和计算公式；掌握波导中三种模式的传播条件和传播特性；了解矩形波导中主模的场分布及管壁电流分布，掌握波导尺寸设计的原理；了解谐振腔振荡模式的特点，掌握谐振频率的计算公式，理解品质因数的物理意义，了解其计算方法。
8. 了解辐射场的研究方法，掌握滞后位的物理意义；掌握电偶极子的辐射性质；了解电与磁的对偶关系。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学本科专业及光电、电子信息类本科专业。教学总时数为 56 学时，其中

课堂讲授 56 学时。*号内容可根据需要和教学进程选讲。

课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。本课程宜安排在学生学完高等数学、电磁学、数学物理方程课程之后，教学中注意培养学生应用数学解决物理问题的能力以及电磁理论在工程技术中的应用。

五、教学参考书

- [1] 谢处方，饶克谨．电磁场与电磁波（第 4 版）[M]．北京：高等教育出版社，2006 年．
- [2] 王家礼等．电磁场与电磁波（第 2 版）[M]．西安：西安电子科技大学出版社，2004 年．

六、学习网站

- [1] 电磁场与电磁波，西南交通大学国家精品课程，网址：<http://course.jingpinke.com/details/chapters?uuid=8a833996-18ac928d-0118-ac928db2-0028&courseID=A060015/>

量子力学

课程名称：量子力学 （Quantum Mechanics）

课程编码：081032

学 分：4 分

总 学 时：64 学时，其中，理论学时：64 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：大学物理 数学物理方法

执 笔 人：邹金花

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

本课程是学习固体物理，半导体物理等多门课程的基础，也是从事量子器件研究的基础。该课程自身体系完整，课程中的基本理论将在后续课程中得到应用

本课程的学习目的是掌握微观粒子运动规律的理论、量子力学的基本假设、基本原理和基本方法。本课程的任务是学习量子体系的波函数及其统计解释、薛定谔方程及定态薛定谔方程、算符理论、本征值问题及其求解、表象理论、微扰理论、自旋与全同粒子等。

教学内容与学时分配

第一章 绪论 (4 学时)

本章重点和难点：量子物理学发展史，量子力学研究的对象及特点，波粒二象性

第一节 经典物理学的困难

第二节 光的波粒二象性

第三节 原子结构的玻尔理论

第四节 微粒的波粒二象性

第二章 波函数和薛定谔方程 (16 学时)

本章重点和难点：波函数的统计解释，态叠加原理，薛定谔方程，粒子流密度和粒子数守恒定律，定态薛定谔方程，一维无限深势阱，线性谐振子，势垒贯穿。

第一节 波函数的统计解释

第二节 态叠加原理

第三节 薛定谔方程

第四节 粒子流密度和粒子数守恒定律

第五节 定态薛定谔方程

第六节 一维无限深势阱

第七节 线性谐振子

第八节 势垒贯穿

第三章 量子力学中的力学量

(16 学时)

本章重点和难点：力学量算符以及算符与力学量的关系，测不准关系，厄密算符本征函数的正交性。

第一节 表示力学量的算符

第二节 动量算符和角动量算符

第三节 电子在库仑场中的运动

第五节 厄密算符本征函数的正交性

第六节 算符与力学量的关系

第七节 算符的对易关系 两力学量同时有确定值的条件 测不准关系

第八节 力学量平均值随时间的变化 守恒定律

第四章 态和力学量的表象

(12 学时)

本章重点和难点：算符矩阵表示，态的表象，么正变换。

第一节 态的表象

第二节 算符的矩阵表示

第三节 量子力学公式的矩阵表述

第四节 么正变换

第五节 狄拉克符号

第六节 谐振子的占有数表象

第五章 微扰理论

(4 学时)

本章重点和难点：非简并定态微扰理论，简并情况下的微扰理论

第一节 非简并定态微扰理论

第二节 简并情况下的微扰理论

第七章 自旋与全同粒子

(12 学时)

本章重点和难点：电子自旋，电子的自旋算符与自旋函数，角动量的耦合，全同粒子特征，全同粒子体系的波函数，泡利原理，两个电子的自旋函数。

第一节 电子自旋

第二节 电子的自旋算符和自旋函数

电子的自旋算符的形式 电子的自旋函数

第三节 两个角动量的耦合

第四节 全同粒子的特性

第五节 全同粒子体系的波函数 泡利原理

第六节 两个电子的自旋函数

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解微观粒子运动规律的理论、量子力学理论的基本假设、基本原理和基本方法。
2. 掌握量子力学理论的基本假设的具体内容；
3. 熟练掌握量子力学中定态问题的处理方法；
4. 学习和掌握算符理论、本征值问题及其求解、表象理论、微扰理论、自旋与全同粒子等内容。课堂教学应力求使学生弄清基本概念，熟练掌握基本内容。在了解基本概念的基础上，应当结合

专业特点，引导学生理论联系实践。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学本科专业。教学总时数为 48 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生算法思维和动手编程能力。

五、教学参考书

- [1] 周世勋. 量子力学 (第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009 年.
- [2] 曾谨言. 量子力学 卷 I (第五版) [M]. 北京: 科学出版社, 2013 年.
- [3] 钱伯初. 量子力学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006 年.
- [4] 朱栋培. 量子力学基础 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2012 年.
- [5] 张永德. 量子力学 (第二版) [M]. 北京: 科学出版社, 2008 年.

固体物理学 A

课程名称: 固体物理学 A (Solid State Physics A)

课程编码: 081023

学 分: 3.5 分

总 学 时: 56 学时, 其中, 理论学时: 56 学时

适用专业: 应用物理学

先修课程: 原子物理学、热力学与统计物理、量子力学

执 笔 人: 肖循

审 订 人: 李松

一、课程的性质、目的与任务

本课程的学习目的是掌握固体物理学的基础内容, 了解固体物理学的基本理论和方法, 并为后续相关课程的学习作铺垫。本课程的任务是学习晶体结构、晶体结合、晶格振动与晶体的热学性质、能带理论、金属电子论和晶体的缺陷与相图等内容。

教学内容与学时分配

第一章 晶体结构

(8 学时)

本章重点和难点: 晶体结构的周期性; 倒格子; 布里渊区

第一节 晶体结构的周期性

第二节 常见的实际晶体结构

第三节 晶体结构的对称性晶系

第四节 密堆积 配位数

第五节 晶向、晶面及其标志

第六节 倒格子 布里渊区

第七节 晶体的 X 射线衍射

第二章 晶体结合

(6 学时)

本章重点和难点: 晶体结合的基本类型及其特性

第一节 晶体结合的普遍描述

第二节 晶体结合的基本类型及特性

第三节 晶体结合类型与原子的负电性

第三章 晶格振动与晶体的热学性质

(14 学时)

本章重点和难点：一维和二维晶格振动的处理方法；正则坐标与声子；晶格振动的热力学函数；晶格热容

第一节 一维晶格振动

第二节 三维晶格振动

第三节 正则坐标与声子

第四节 晶格振动谱的实验测定

第五节 离子晶体中的长光学波

第六节 晶格振动的热力学函数 模式密度

第七节 晶格热容

第八节 晶体的状态方程和热膨胀

第九节 晶体热传导

第四章 能带理论

(12 学时)

本章重点和难点：能带理论的基本假定；近自由电子近似；紧束缚近似；能态密度

第一节 能带理论的基本假定

第二节 周期场中单电子状态的一般属性

第三节 近自由电子近似

第四节 紧束缚近似

第五节 能带理论的其他近似方法

第六节 晶体中电子的准经典运动

第七节 固体导电性能的带论解释

第八节 能态密度

第五章 金属电子论

(10 学时)

本章重点和难点：金属电子的统计分析；金属的费米面；金属的电导与热导

第一节 金属电子的统计分析 费米能

第二节 金属的费米面

第三节 金属费米面的实验测定

第四节 金属的电导与热导

第五节 功函数 接触电势

第六节 金属的光学性质

第六章 晶体的缺陷与相图

(6 学时)

本章重点和难点：晶体中的缺陷类型及特点；晶体中的扩散及其微观机制；离子晶体的点缺陷及其导电性；相图

第一节 点缺陷

第二节 晶体中的扩散及其微观机制

第三节 离子晶体的点缺陷及其导电性

第四节 线缺陷 位错

第五节 面缺陷

第六节 合金与相图

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解固体物理学的基础理论、基本原理和基本方法；
2. 掌握固体物理学中晶体周期性的描述方法和特点；
3. 熟练掌握固体物理学中晶格振动和晶体热容的处理方法；

4. 学习和掌握能带理论的基本思想和处理方法、固体导电性能的能带解释和能态密度的计算方法;
5. 掌握金属电子的统计分析方法、金属费米面和费米能的计算、金属的光学性质;
6. 了解晶体中的缺陷类型及其特点、晶体中的扩散及其微观机制、离子晶体的点缺陷及其导电性和相图。

课堂教学应力求使学生弄清基本概念,熟练掌握基本内容。在了解基本概念的基础上,结合专业特点,引导学生理论联系实践。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学本科专业。教学总时数为 56 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料,按照本大纲的内容进行教学,注意培养学生理论联系实际的能力和思维方法。

五、教学参考书

- [1] 陈长乐. 固体物理学(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 2007 年.
- [2] 黄昆 原著, 韩汝琦 改编. 固体物理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002 年.
- [3] 方俊鑫. 固体物理学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981 年.
- [4] 朱建国. 固体物理学 [M]. 北京: 科学出版社, 2005 年.
- [5] 阎守胜. 固体物理基础 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2003 年.

六、学习网站

- [1] 固体物理学, 中国大学精品开放课程
http://www.icourses.cn/coursestatic/course_6703.html

热力学与统计物理

课程名称: 热力学与统计物理 (Thermodynamics and Statistical Physics)

课程编码: 081019

学 分: 3.5 分

总 学 时: 56 学时, 其中, 理论学时: 56 学时

适用专业: 应用物理学

先修课程: 力学、热学、电磁学、光学、原子物理学

执 笔 人: 裴启明

审 订 人: 李松

一、课程的性质、目的与任务

热力学与统计物理属于物理学专业必修的专业课程。

热力学与统计物理是研究热运动规律和与热运动有关的物性及宏观物质演化规律的科学。它所得到的规律是自然界中最普遍的规律。通过本课程的学习,使学生掌握研究物质的热力学性质和规律的宏观方法与微观方法,为今后从事的教学工作或相关的科学研究工作打下坚实基础。

二、教学基本要求

总体要求: 理解热力学与统计物理学的基本概念,掌握热力学与统计物理学的基本规律和处理问题的基本方法,掌握物理思维方法,提高学生应用基本规律解决实际问题的能力。

了解内容: 热力学与统计物理学的研究对象;研究方法及普遍性;部分相关内容的发展状况。

理解内容: 热力学与统计物理学的基本概念,包括平衡(热力学平衡、相平衡、化学平衡)、

状态参量、基本热力学量（内能、焓、熵、自由能、吉布斯函数、热容量）、热量和广义功。

掌握内容：

①热力学部分：热力学的三个基本定律、熵增加原理及其应用、热力学基本方程及其应用、麦氏关系的应用、平衡条件及平衡的稳定性条件、相平衡条件、吉布斯相律；

②统计物理学部分：粒子和系统的微观状态描述、三种统计分布及基本应用、正则分布与巨正则分布及他们的应用。

三、教学内容与学时分配

第一章 热力学的基本规律

(10 学时)

本章的重点和难点：掌握物态方程的确定方法，理解功的一般表达式，掌握熵的物理意义及熵的计算，掌握熵增加原理及其应用，掌握热力学基本方程。

第一节 热力学系统的平衡状态及其描述

第二节 物态方程

第三节 功 热力学第一定律

第四节 热容量和焓 理想气体的内能

第五节 卡诺循环 诺定理

第六节 克劳修斯等式与不等式 熵

第七节 热力学第二定律及其数学表达式

第八节 熵增加原理及其应用

第二章 均匀物质的热力学性质

(8 学时)

本章的重点和难点：掌握热力学基本方程的确定及其应用；掌握麦氏关系的应用。

第一节 热力学基本方程与麦氏关系

第二节 麦氏关系的简单应用

第三节 气体的节流过程和绝热膨胀过程

第五节 特性函数

第六节 热辐射的热力学理论

第七节 磁介质的热力学

第三章 相平衡与相变

(8 学时)

本章的重点和难点：掌握热动平衡判据与平衡的稳定性条件，掌握相平衡的条件与性质。

第一节 热动平衡判据

第二节 开系的热力学基本方程

第三节 多元系的复相平衡

第四节 临界点和气液两相的转变

第五节 相变的分类

第六节 吉布斯相律

第四章 近独立粒子的最概然分布

(8 学时)

本章重点和难点：掌握粒子和系统微观状态的方法；理解等概率原理；掌握三种分布及意义。

第一节 粒子运动状态的描述

第二节 系统微观运动状态的描述

第三节 等概率原理

第四节 分布和微观状态

第五节 三种分布

第五章 玻耳兹曼统计

(8 学时)

本章重点和难点：掌握玻耳兹曼分布系统的统计表达式；掌握玻耳兹曼分布的应用。

第一节 热力学量的统计表达式

第二节 玻耳兹曼分布对理想气体的应用

第三节 固体热容量的爱因斯坦理论

第四节 顺磁性固体

第六章 玻色统计和费米统计 (6 学时)

本章重点和难点: 掌握玻色统计和费米统计中的统计表达式; 掌握对光子气体的应用, 掌握对金属中自由电子气的应用。

第一节 热力学的统计表达式

第二节 光子气体

第三节 金属中的自由电子气体

第九章 系综理论 (8 学时)

本章重点和难点: 掌握 Γ 空间与相体积; 掌握正则分布与热力学量的统计表达式; 理解正则分布对固体的应用。

第一节 Γ 空间 刘维定理

第二节 微正则分布

第三节 微正则分布的热力学公式

第四节 正则分布

第五节 正则分布的热力学公式

第六节 固体的热容量

第七节 巨正则分布

第八节 巨正则分布的热力学公式

四、大纲说明

本大纲适用于物理学本科专业。课堂教学以教学参考书为参考教材, 按照本大纲的内容进行教学。本课程宜安排在学生学完高等数学、热学、量子力学等相关基础课程之后。教学过程中注意与热学课程内容的衔接, 对热学已学过的内容仅作简单复习, 避免不必要的重复。

五、教学参考书

- [1] 汪志诚. 热力学·统计物理 (第五版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2008 年.
- [2] 梁希侠、班士良. 统计热力学[M]. 北京: 科学出版社, 2008 年.
- [3] 林宗涵. 热力学与统计物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007 年.
- [4] 苏汝铿. 统计物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007 年.
- [5] 欧阳容百. 热力学与统计物理[M]. 北京: 科学出版社, 2007 年.
- [6] 赵凯华、罗蔚茵. 新概念物理教程系列 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1998 年.
- [7] Landau Ld, Lifshitz RH. Heat and Thermodynamics (Third edition) [M]. New York: McGraw-Hill Book Company, 1981.
- [8] 马本坤、高尚惠、孙煜. 热力学与统计物理 (第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1981 年.
- [9] 王竹溪. 热力学简明教程[M]. 北京: 人民教育出版社, 1964 年.
- [10] 王竹溪. 统计物理学导论[M]. 北京: 人民教育出版社, 1964 年.
- [11] 郎道、栗弗度兹, 杨训等译. 统计物理学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1964 年.

计算物理学

课程名称：计算物理学（Computational Physics）

课程编码：081020

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：20 学时，上机学时：20 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：高等数学、C 语言程序设计、线性代数、普通物理学（力学、热学、光学、电磁学、原子物理学）

执 笔 人：李继军

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

《计算物理学》课程是应用物理学的专业选修课程，是一门由物理学、计算数学、计算机科学等学科结合而成的新兴的交叉科学。它主要是以计算机及计算机技术为工具和手段，运用计算数学的方法，来解决复杂物理问题。

本课程的任务是使学生初步掌握计算物理学的基本理论知识，了解物理问题数学建模思想和数值求解方法，能够使用软件实现问题的求解，使学生具备一定的科学计算能力和分析与解决问题的能力，不仅为学习后继课程打下良好的基础，也为将来从事科学计算、计算机应用和科学研究等工作奠定必要的基础。

二、教学内容与学时分配

第一章 绪论 (2 学时)

第一节 计算物理学的起源和发展

第二节 误差分析

第二章 插值法 (4 学时)

本讲重点和难点：掌握各种插值方法和理解曲线拟合的思想

第一节 引言

第二节 拉格朗日插值

第三节 均差与牛顿插值公式

第四节 埃尔米特插值

第五节 分段低次插值

第三章 数值积分和数值微分 (4 学时)

本讲重点和难点：掌握各种数值积分公式和了解数值微分

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

第五节 高斯求积公式

第六节 数值微分

第四章 线性方程的数值解法 (4 学时)

本讲重点和难点：掌握各种求根方法以及特点

第一节 高斯消去法

第二节 矩阵三角分解法

第三节 迭代法的基本概念

第四节 雅可比迭代法与高斯-塞德尔迭代法

第五章 非线性方程的数值解法

(2 学时)

第一节 二分法

第二节 不动点迭代法

第三节 牛顿法

第三节 弦截法与抛物线法

第四节 非线性方程组的数值解法

第六章 常微分方程的数值解法

(4 学时)

本讲重点和难点：掌握初值和边值问题解法

第一节 引言

第二节 简单的数值方法

第三节 线龙格—库塔方法

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 使学生初步掌握数值计算方法的基本理论知识，掌握一些常见的物理问题模型的建立和求解具体方法。
2. 使学生具备一定科学计算的能力、分析问题和解决问题的能力，为学习后继课程以及将来从事科学计算、计算机应用和科学研究等工作奠定必要的数学基础；
3. 让学生熟练掌握并使用数值计算软件实现物理问题的求解，培养学生算法的程序实现，并具有一定的编程能力。

四、实验内容与学时分配

上机一 绪论

(2 学时)

上机二 插值法

(2 学时)

上机三 数值积分与数值微分

(4 学时)

上机四 线性方程组的解法

(4 学时)

上机五 一元非解线性方程组的解法

(4 学时)

上机六 常微分方程数值解法

(4 学时)

五、大纲说明

本大纲适用于应用物理学专业。教学总时数为 40 学时。其中课堂讲授 20 学时，上机实验 20 学时。课堂教学以课堂教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生对基本概念的理解。本课程宜安排在高等数学、线性代数、C 语言课程设计等有关课程之后。

六、教学参考书

[1] 李庆扬. 数值分析 [M]. 北京：清华大学出版社，2008 年.

[2] 郭立新. 计算物理学 [M]. 北京：西安电子科技大学出版社，2009 年.

[3] 周璐. 数值方法（MATLAB 版）[M]. 北京：电子工业出版社，2004 年.

七、学习网站

[1] 计算物理基础，国家精品课程网站，

网址：<http://www.xxw001.com/article/?b0fdea5b1b0c7c9b99536.html>

半导体物理

课程名称：半导体物理（Semiconductor Physics）

课程编码：081068

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：40 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：统计物理；量子力学；固体物理

执 笔 人：蒋 龙

审 订 人：李 松

一、课程的性质、目的与任务

本课程是高等学校微电子专业本科生的专业课。本课程较全面地论述了半导体的一些基本物理概念、现象、物理过程及其规律，并在此基础上选择目前集成电路与系统的核心组成部分，如半导体异质结构、金属-绝缘层-半导体（MIS）结构等，作为分析讨论的主要对象来介绍半导体物理基础理论知识。

本课程的目的和任务是：通过本课程的学习使学生获得半导体物理方面的基本理论、基本知识和方法。通过本课程的学习要为光电信息科学与工程专业本科生的半导体集成电路、激光原理与器件等后续课程的学习奠定必要的理论基础，也为将来从事半导体专业工作打下必备的理论基础，为将来将基础理论与半导体技术最新需求相结合，提高工作能力做好理论储备。

二、教学内容与学时分配

第 1 章 半导体中的电子状态 (6 学时)

本章重点：半导体中的电子运动；空穴概念。

本章难点：能带论的定性描述和理解；有效质量。

- 1.1 半导体的晶格结构和结合性质
- 1.2 半导体中的电子状态和能带
- 1.3 半导体中电子的运动 有效质量
- 1.4 本征半导体的导电机构 空穴
- 1.5 回旋共振

1.6 硅和锗的能带结构

第 2 章 半导体中杂质和缺陷能级 (4 学时)

本章重点：硅、锗的杂质能级；深能级；缺陷能级。

本章难点：载流子的产生原理；杂质能级判别。

- 2.1 硅、锗晶体中的杂质能级
- 2.2 III-V 族化合物中的杂质能级
- 2.4 缺陷、位错能级

第 3 章 半导体中载流子的统计分布 (6 学时)

本章重点：状态密度；费米能级；载流子浓度；简并半导体。

本章难点：状态密度；费米能级。

- 3.1 状态密度
- 3.2 费米能级和载流子的统计分布
- 3.3 本征半导体的载流子浓度
- 3.4 杂质半导体的载流子浓度

- 3.5 一般情况下的载流子统计分布
- 3.6 简并半导体
- 第4章 半导体的导电性 (6 学时)
- 本章重点：漂移运动；散射；玻尔兹曼方程。
- 本章难点：漂移运动；散射。
- 4.1 载流子的漂移运动和迁移率
- 4.2 载流子的散射
- 4.3 迁移率与杂质浓度和温度的关系
- 4.4 电阻率及其与杂质浓度和温度的关系
- 4.6 强电场下的效应、热载流子
- 第5章 非平衡载流子 (6 学时)
- 本章重点：注入和复合；准费米能级；复合理论；连续方程。
- 本章难点：注入和复合；准费米能级；复合理论。
- 5.1 非平衡载流子的注入与复合
- 5.2 非平衡载流子的寿命
- 5.3 准费米能级
- 5.4 复合理论
- 5.5 陷阱效应
- 5.6 载流子的扩散运动
- 5.7 载流子的漂移扩散，爱因斯坦关系式
- 5.8 连续性方程式
- 第6章 pn 结 (4 学时)
- 本章重点：pn 结结构；pn 结特性；异质结结构与功能。
- 本章难点：pn 结结构；pn 结特性。
- 6.1 pn 结及其能带图
- 6.2 pn 结电流电压特性
- 6.3 pn 结电容
- 6.4 pn 结击穿
- 第7章 金属和半导体的接触 (4 学时)
- 本章重点：金属半导体接触，热电子发射，少子的注入，欧姆接触。
- 本章难点：金属半导体接触，少子的注入。
- 7.1 金属和半导体接触及其能级图
- 7.2 金属半导体接触整流理论
- 7.3 少数载流子的注入和欧姆接触
- 第8章 半导体表面与 MIS 结构 (4 学时)
- 本章重点：表面态，表面电场效应，MIS 结构。
- 本章难点：表面态，MIS 结构。
- 8.1 表面态
- 8.2 表面电场效应
- 8.3 MIS 结构的 C-V 特性
- 8.4 硅-二氧化硅系统的性质

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解常见半导体的晶格结构和结合性质，掌握半导体中电子态、电子运动的基本概念和描述

方法，常见半导体的能带结构以及本征半导体的导电机构。

2. 掌握半导体中杂质和缺陷及它们相关的基本概念。

3. 掌握载流子统计分布的基本理论、相关概念，本征半导体、单一杂质半导体、一般情况下的半导体和简并半导体中载流子计算方法。

4. 掌握半导体导电特性相关概念、相关物理量及其决定因素，了解强场效应、多能谷散射和耿氏振荡。

5. 了解非平衡条件下的载流子特性，掌握非平衡载流子的注入、寿命、准费米能级的概念，复合理论和扩散、漂移运动相关理论。

6. 掌握半导体 pn 结结构与特性、异质结结构和功能。

7. 掌握金属和半导体的接触能级图，金属和半导体的整流理论及欧姆接触

8. 掌握半导体表面电场效应，MIS 结构的电容-电压特性，了解 Si-SiO₂ 系统的性质。

四、大纲说明

本大纲适用于光电信息科学与工程专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。在教学中采用多媒体与板书相结合的授课方式，注意结合教学内容适量安排习题，要求学生及时、独立完成，以达到巩固所学内容的目的，同时培养学生的理论分析问题的能力。

五、教学参考书

[1] 刘恩科，朱秉升，罗晋生编著．半导体物理学(第七版) [M]．北京：电子工业出版社，2011 年．

[2] 黄 昆，谢希德著．半导体物理学[M]．北京：科学出版社，2012 年．

[3] 黄 昆，韩汝奇著．半导体物理学基础[M]．北京：电子工业出版社，2010 年．

光电子材料与器件 A

课程名称：光电子材料与器件 A (Optoelectronic Materials and Devices A)

课程编码：081075

学 分：3.5 分

总 学 时：56 学时，其中，理论学时：40 学时，实验学时：16 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：半导体物理、量子力学基础、物理光学

执 笔 人：郁春潮

审 订 人：李 松

一、课程的性质、目的与任务

《光电子材料与器件》本课程是一门技术性与实践性较强的应用学科，从光电子系统信息传输与处理各环节所采用器件的基本原理、基本特性入手，系统地介绍光电子系统中常用的半导体发光、固体激光、光纤、非线性光学、光调制、光探测以及光显示方面的相关材料及典型器件。

本课程的教学任务是：讲授常用光电子材料以及各种常用光电元器件，把学生培养成为具有一定理论与实践相结合的高等职业技术人才。

本课程是一门技术性与实践性较强的应用学科，教学中必须有时注意理论联系实际的原则，让学生有相应的动手练习机会。由于受课时量的限制，可按照相关的课程内容，组织相应的元器

件识别、以提高学生的对电子元器件的识别能力、应用能力。

二、教学内容与学时分配

- 绪论 (2 学时)
了解光电子技术的发展历史与现状；光电子产业的范围及发展趋势。掌握光电子材料与器件中的一些基本概念。
- 第 1 章 半导体发光材料及器件 (6 学时)
本章重点和难点：半导体原理；半导体发光材料；发光二极管原理
1.1 半导体及半导体发光基础
1.2 半导体发光材料
1.3 发光二极管
1.4 半导体激光器
- 第 2 章 固体激光材料及典型固体激光器 (4 学时)
本章重点和难点：激光器原理；激光器主要材料类型
2.1 固体激光材料
2.2 固体激光器
- 第 3 章 光纤材料及光纤器件 (10 学时)
本章重点和难点：光纤基本原理；各种光纤器件结构、工作原理及特性
3.1 光纤导光原理
3.2 光纤材料
3.3 光纤器件
- 第 5 章 光调制器 (6 学时)
本章重点和难点：光调制器的基本原理
5.1 光调制器的基本原理
5.2 kdp 光调制器
5.3 linbo3 光调制器
5.4 半导体光调制器
- 第 6 章 光探测材料及器件 (6 学时)
本章重点和难点：几种光探测器的工作原理
6.1 光探测器件的基本特性
6.2 光敏电阻
6.3 光电二极管
6.4 光电池
- 第 7 章 光显示材料及器件 (4 学时)
本章重点和难点：几种光显示技术及各自的特点
7.1 液晶显示材料及器件
7.2 等离子体显示器
7.3 电致发光显示
- 第 8 章 微纳光电材料及器件 (2 学时)
本章重点和难点：纳米光电及器件 的特点
8.1 纳米光电材料及器件
8.2 光子晶体及光子晶体器件
8.3 超材料及相关器件
8.4 表面等离子体激元及器件
- 实验一 LD/LED 的 $P-I-V$ 特性曲线测试 (4 学时)

1. 目的要求

- (1) 了解半导体光源和光电探测器的物理基础；
- (2) 了解发光二极管(LED)和半导体激光二极管(LD)的发光原理和相关特性；
- (3) 了解 PIN 光电二极管和雪崩光电二极管(APD)的工作原理和相关特性；
- (4) 掌握有源光电子器件特性参数的测量方法。

2. 方法原理

具体见《光电信息技术实验》书中实验二相关部分。

3. 主要实验仪器及材料

CA9005 信息光电子综合实验系统、1550nm 半导体激光器、1310nm 半导体激光器、光纤。

4. 掌握要点

有源光电子器件特性参数的测量方法。

5. 实验内容及步骤

(1) 1550nm、1310nm $F-P$ 半导体激光器 $P-I$ 特性曲线测量

- ① 将 1550nm 半导体激光器控制端口连接至主机 LD1, 光输出连接至主机 OPM 端口, 检查无误后打开电源；
- ② 设置 OPM 工作模式为 OPM/mW 模式, 量程(RTO)切换至 1mW；
- ③ 设置 LD1 工作模式(MOD)为恒流驱动(ACC), 1550nm 激光器为恒定电流工作模式, 驱动电流(Ic)置为 0；
- ④ 缓慢增加激光器驱动电流, 0 至 30mA 每隔 0.5mA 测一个点, 作 $P-I$ 曲线；
- ⑤ 用 1310nm 半导体激光器替换 1550nm 半导体激光器, 再测量一次。

(2) 1550nm、1310nm $F-P$ 半导体激光器的阈值电流测量。

实验二 光纤激光器参数的测量

(4 学时)

1. 目的要求

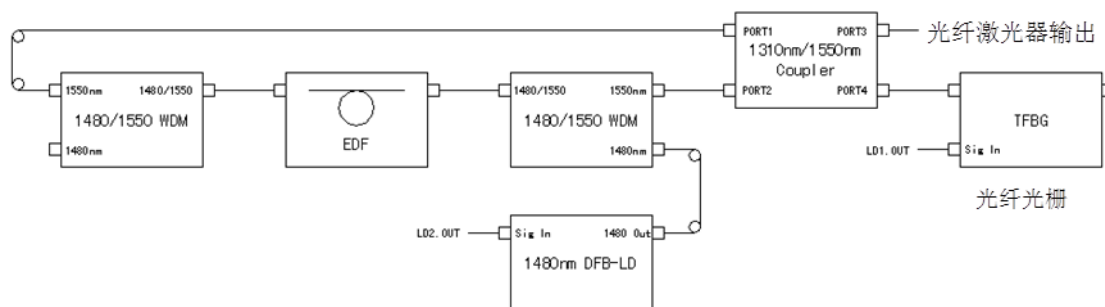
- (1) 了解光纤光栅的工作原理及相关特性；
- (2) 了解光纤激光器的工作原理及相关特性；
- (3) 掌握光纤激光器性能参数的测量方法。

2. 方法原理

具体见《光电信息技术实验》书中实验三相关部分。

3. 主要实验仪器及材料

实验装置如图 1 所示: CA9005 信息光电子综合实验系统、1480nm 泵浦激光器、光纤光栅、掺铒光纤、1480/1550 波分复用器 2 个、1310/1550 光纤耦合器、光纤。



4. 掌握要点

光纤激光器性能参数的测量方法。

5. 实验内容及步骤

(1) 实验装置连接

① 按图 3.1 所示光路连接实验装置, 将实验仪主机背板通讯接口用串行通讯电缆连接至计算机主机 COM1 口, 打开实验仪主机电源后再运行计算机上的测试软件。

(2) 光纤激光器 $P_0 \sim P_p$ 曲线测量

① 连接光纤激光器输出端至光功率计 OPM, OPM 量程置 $1mW$ 档;

② 连接 $1480nm$ 泵浦激光器控制信号至 LD2.OUT, 设置 LD2 工作模式(MOD)为恒流模式(ACC), 驱动电流(I_c)置为 0;

③ 缓慢增加 $1480nm$ 泵浦激光器输出功率, 0 至 $25mW$ 每隔 $1mW$ 记录一次 OPM 功率数据, 作光纤激光器 $P_0 \sim P_p$ 曲线, 求光纤激光器泵浦阈值。

(3) 光纤激光器输出光谱测量

① 连接光纤激光器输出端至 C 波段光谱分析器, 输入狭缝置 $1mm$, 输出狭缝置 $0.1mm$;

② 将光谱分析器功率探头输出连接至 PD, OPM MOD 置 PD/mW, 量程(OPM RTO)置 $1mW$ 档;

③ 设置 LD2 工作模式(MOD)为恒流模式(ACC), 驱动电流(I_c)置为 $300mA$;

④ 测量光纤激光器输出光谱, 波长范围 $1540nm - 1580nm$, 波长间隔 $1nm$;

⑤ 求光纤激光器峰值波长和线宽。

实验三 光纤非弹性散射与喇曼放大

(4 学时)

1. 目的要求

(1) 了解单模光纤的非线性特性及应用;

(2) 掌握分布式光纤喇曼放大器(FRA)特性参数的测量方法。

2. 方法原理

具体见《光电信息技术实验》书中实验七相关部分。

3. 主要实验仪器及材料

实验装置如图 2 所示: CA9005 信息光电子综合实验系统、 $1550nm$ 激光器、 $1480nm$ 泵浦激光器、 $1480/1550$ 波分复用器、长光纤、溴钨灯、光纤连接线、光谱仪。

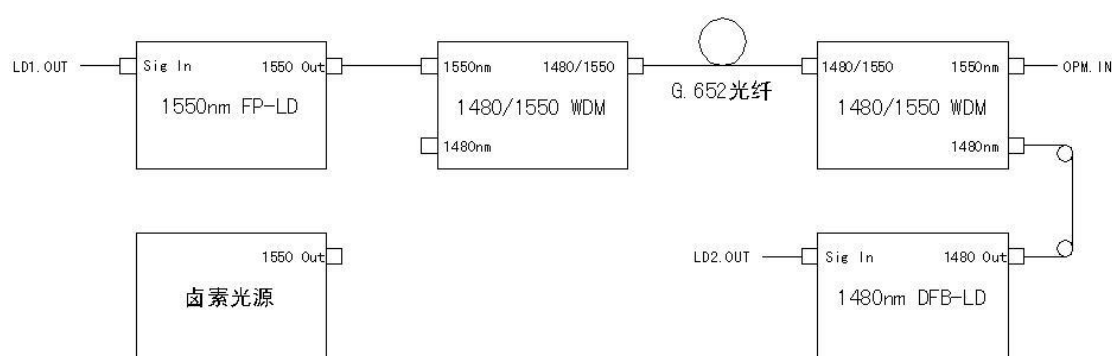


图 2 光纤喇曼放大实验装置示意图

4. 掌握要点

分布式光纤喇曼放大器(FRA)特性参数的测量方法。

5. 实验内容及步骤

(1) 实验装置连接

① 按图 3.2 所示光路连接实验装置, 将实验仪主机背板通讯接口用串行通讯电缆连接至计算机主机 COM1 口, 打开实验仪主机电源后再运行计算机上的测试软件。

(2) FRA 开关增益测量

- ① 设置 LD2 工作模式(MOD)为恒流模式(ACC), 驱动电流(I_c)置为 $0mA$;
- ② 设置 LD1 工作模式(MOD)为恒流模式(ACC), 调节 $1550nm$ 激光器驱动电流使得 FRA 输出功率 $0.1mW$;
- ③ 设置 LD2 驱动电流(I_c)为 $400mA$;
- ④ 记录 OPM 功率数据, 求 FRA 开关增益。

(3) FRA 增益谱测量

- ① 将卤素光源驱动端口连接至 LVS, 缓慢增加 LVS 输出电压至 $9V$;
- ② 将卤素光源光信号连接至光谱分析器, 输出狭缝置 $1mm$;
- ③ 将光谱分析器功率探头输出连接至 PD, OPMOD 置 PD/mW, 量程(OPMRT0)置 $10nW$ 档。测量卤素光源输出光谱, 波长范围 $1520-1650nm$, 波长间隔 $0.1nm$ 。将此光谱设为增益谱计算基准;
- ④ 将卤素光源光信号输入 FRA, FRA 输出光信号连接至光谱分析器;
- ⑤ 设置 LD2 工作模式(MOD)为恒流模式(ACC), 驱动电流(I_c)置为 $400mA$;
- ⑥ 测量 FRA 输出光谱, 波长范围 $1520-1650nm$, 波长间隔 $0.1nm$ 。

实验四 半导体器件特性参数测量

(4 学时)

1. 目的要求

- (1) 熟悉了解双极、场效应晶体管, 发光、光敏二极管等半导体单元器件的基本原理、特性和主要参数;
- (2) 学会使用“半导体管特性图示仪”测量各类半导体器件的特性曲线和直流参数。

2. 方法原理

具体见《光电信息技术实验》书中实验十九相关部分。

3. 主要实验仪器及材料

半导体管特性图示仪、计算机、发光二极管、三极管。

4. 掌握要点

使用“半导体管特性图示仪”测量各类半导体器件的特性曲线和直流参数。

5. 实验内容及步骤

(1) 实验步骤:

- ① 首先接通计算机和仪器电源, 启动控制程序;
- ② 在设置区中, 选择被测量的器件类型;
- ③ 设置有关测量参数, 然后点击程序界面上“测量”按钮;
- ④ 修饰测量得到的特性曲线, 得出有关器件的参数;
- ⑤ 打印曲线, 保存数据;
- ⑥ 变换器件重复步骤 2——5;
- ⑦ 退出控制程序, 关闭仪器电源。

(2) 实验内容:

- ① 了解图示仪的电路结构框图并掌握面板各旋钮用途。
- ② 测量双极型晶体管 3DG6C (NPN 型硅管) 的特性和参数。
- ③ 测量结型场效应管的特性及参数。
- ④ 测量二极管。

三、教学基本要求

掌握常用光电子材料以及各种常用光电子器件知识, 为学习后续课程和今后的工作准备必要的基础知识, 同时也培养学生在光电子材料和电子元器件方面分析和解决问题的能力。

- 1、熟练掌握常用的光电子材料的性质、特点和应用场合。
- 2、熟练掌握半导体光电器件的基本工作原理和选用理论。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学本科专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以课堂教学参考书为参考材料,按照本大纲的内容进行教学,注意培养学生对基本概念的理解。本课程宜安排在物理光学、量子力学基础、半导体物理等有关课程之后。

五、教学参考书

- [1] 侯宏录. 光电子材料与器件 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2012 年.
- [2] 王筱梅, 叶常青. 有机光电材料与器件 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2013 年.

六、教学方式及考核

教学方式: 多媒体教学。结合大量应用实例,对各种实际问题展开深入的讨论,充分激发学生的思考力,提高学生分析和解决问题的能力。

考核方式: 考试。学期总成绩包括平时成绩和课程考试成绩两部分组成。平时成绩包括平时记录的出勤情况、课堂提问、课后作业等,占 20%;课程考试成绩占 80%。

材料科学与工程基础

课程名称: 材料科学与工程基础 (Fundamentals of Materials Science and Engineering)

课程编码: 082083

学 分: 3 分

总 学 时: 48 学时, 其中, 理论学时: 48 学时

适用专业: 应用物理学

先修课程: 大学物理

执 笔 人: 陈善俊

审 订 人: 李松

一、课程的性质、目的与任务

本课程主要为学习者提供有关材料科学的基础知识,为后继专业课程的学习、为将来从事材料方面的研究与开发打下坚实的理论基础。

该课程的教学任务是使学生充分掌握材料科学的基础理论,通过深入理解材料的组成、结构、性能和加工的规律及相互联系,能从材料组成-结构-性能-加工工艺相互联系的角度理解、解释材料制备、使用过程中的各种化学和物理现象和性能表征。

二、教学内容与学时分配

第一章 材料科学与工程

(4 学时)

本章重点和难点: 材料分类,材料性能与内部结构的关系,材料的制备与加工工艺对性能的影响

第一节 引言

第二节 材料在技术发达社会中的作用

第三节 工程专业和材料

第四节 材料的主要类别

第五节 材料的性质和材料工程

第六节 材料工程的综合方法

第二章 材料的原子结构

(4 学时)

本章重点和难点：材料中的结合键的类型对材料性能的影响，键-能曲线及其应用

第一节 引言

第二节 原子结构

第三节 热力学和动力学

第四节 一次键

第五节 键-能曲线

第六节 原子的堆垛和配位数

第七节 二次键

第八节 混合键

第九节 聚合物分子的结构

第三章 材料的晶体结构

(6 学时)

本章重点和难点：14 种布拉维点阵；三种典型的金属晶体结构，离子晶体结构、高分子材料晶态结构模型、极射投影

第一节 引言

第二节 布拉维点阵和单胞

第三节 每个点阵只有一个原子的晶体及六方晶体

第四节 密勒指数

第五节 晶体结构的密度和堆垛因子

第六节 间隙位置和尺寸

第七节 每个阵点含多个原子的晶体

第八节 液晶

第九节 单晶和多晶材料

第十节 同素异构及多型性

第十一节 各向异性

第十二节 X 射线衍射

第四章 点缺陷和扩散

(8 学时)

本章重点和难点：扩散的机制及其影响因素，洛菲克第二定律

第一节 引言

第二节 点缺陷

第三节 杂质

第四节 固态扩散

第五章 线、面和体缺陷

(10 学时)

本章重点和难点：晶体缺陷的基本类型、特征及其运动特征，晶体缺陷与合金材料的强化原理

第一节 引言

第二节 线缺陷、滑移和塑性变形

第三节 面缺陷

第四节 体缺陷

第五节 金属中的强化机制

第六章 非晶态与半晶态材料

(4 学时)

本章重点和难点：高分子材料的结构特点，高聚物力学三态

第一节 引言

第二节 玻璃转变温度

第三节 粘性变形

第四节 无定形和半晶态聚合物的结构和性质

第五节 玻璃的结构和性能

第六节 橡胶和弹性体的结构和性质

第七章 相平衡与相图

(8 学时)

本章重点和难点：相平衡图的基本概念、相律，杠杆应律，二元相图的基本类型，典型合金的结晶过程的分析，杠杆定律的应用及相图与性能的关系

第一节 引言

第二节 单元系相图

第三节 二元系中的相平衡

第四节 共晶相图

第五节 包晶相图

第六节 偏晶相图

第七节 复杂相图

第八节 包含固-固反应的相平衡

第九节 三元系中的相平衡

第八章 组织转变动力学与显微组织

(4 学时)

本章重点和难点：掌握相变的本质和动力

第一节 引言

第二节 组织转变的基本特征

第三节 在工程材料上的应用

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解原子结构及键合类型，掌握物质的组成、原子的结构、电子结构和元素周期表，熟悉一次键（金属键、离子键、共价键）、二次键（范德华力和氢键）的定义、特点。掌握材料中的结合键的类型对材料性能的影响，键-能曲线及其应用。
2. 掌握 14 种布拉维点阵；三种典型的金属晶体结构，离子晶体结构、高分子材料晶态结构模型、极射投影。
3. 掌握扩散的机制及其影响因素，能运用洛菲克第二定律进行相关扩散现象的解释。
4. 掌握晶体缺陷的基本类型、特征及其运动特征；掌握位错的定义、基本类型和特征，柏氏矢量的定义、特性和表示方法，位错的运动（滑移、攀移，运动位错的交割），位错的生成和增殖，实际晶体结构中的位错，堆垛层错，不全位错，位错反应。了解晶体缺陷与合金材料的强化原理。
5. 了解外表面和表面能，晶界和亚晶界（小角度晶界、大角度晶界结构，晶界能，晶界特性，孪晶界），相界的定义、种类和特点。
6. 掌握非晶态材料与半晶态材料概念；了解聚合物的分类和主要性能，了解玻璃的结构和性能。
7. 掌握相平衡条件和相律，单元系相图。掌握匀晶相图、共晶相图、包晶相图及其合金凝固，其他类型的二元相图，复杂二元相图的分析方法，能根据相图推测合金的性能，二元相图实例分析（铁碳合金的组织及其性能）。熟悉三元相图成分表示方法（成分三角形），三元相图的空间模型，三元相图的截面和投影图。了解固态互不溶解的三元共晶相图。

课堂教学应力求使学生弄清基本概念，熟练掌握基本内容。在了解基本概念的基础上，培养学生针对具体问题分析材料的性能、工艺与组织结构和成分的关系的能力。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学专业。教学总时数为 48 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生理论联系实践的能力。

本大纲仅规定基本内容和深、广度的要求，而对教学体系和层次未作详细规定，讲授时应根据各

专业实际需求，可作适当调整。

五、主要参考文献

- [1] James P.Schaffer. 工程材料科学与设计（原书第2版）[M]. 北京：机械工业出版社，2002年.
[2] 潘金生，仝健民，田民波编. 材料科学基础[M]. 北京：清华大学出版社，1998年.
[3] 胡赓祥，蔡珣. 材料科学基础[M]. 上海：上海交通大学出版社，2002年.
[4] 唐仁正. 物理冶金基础[M]. 北京：冶金工业出版社，1985年.

六、教学及考核方式

教学方式：多媒体教学。结合大量应用实例，对各种实际问题展开深入的讨论，充分激发学生的思考力，提高学生分析和解决问题的能力。课堂多媒体演示讲解；课堂讲解习题和讨论。

考核方式：考查。学期总成绩包括平时成绩（占20%）和课程结业作业（占80%）两部分组成。平时成绩包括平时记录的出勤情况、课堂提问、以及课后作业等。

材料科学实验

课程名称：材料科学实验

课程编码：092136

学 分：1.5 分

总 学 时：24 学时，其中，实验学时：24 学时

适用专业：应用物理学

执 笔 人：赵庆美

审 订 人：曲宝龙

一、实验目的与任务

材料科学实验是应用物理学专业学生的一门选修实验课程，以培养学生动手能力及实验技术能力为目的，同时使学生学会并系统地掌握高材料性能测试的基本原理，加深理论知识的学习。通过该课程的实验教学，加强学生动手能力的培养，巩固和加深学生的理论知识，提高新产品开发能力和材料性能的检测技能，培养学生严谨的科学作风及分析问题、解决问题的能力。

二、教学基本要求

使学生掌握聚合物力学性能测定的实验技术，为以后的学习和工作打下坚实的基础。

三、实验项目与类型

序号	实验项目	学时	实验类型					备注	
			验证	设计	综合	演示	创新	必做	选做
1	偏光显微镜观察聚合物的结晶形态	4			√			√	
2	溶胀法测定聚合物的交联度	4	√					√	
3	高分子材料拉伸强度的测定	4			√			√	

4	高分子材料冲击性能测定	4			√			√	
5	粘度法测定高聚物的分子量	4			√			√	
6	聚合物维卡软化点测定	4			√			√	

四、实验教学内容及学时分配

实验一 偏光显微镜观察聚合物的结晶形态

(4 学时)

1. 目的要求

- (1) 明确实验目的；
- (2) 掌握实验方法和操作技术；
- (3) 了解一些制备高聚物试样的方法。

2. 方法原理

偏光显微镜研究高聚物分子链结晶与非结晶聚集态结构。

3. 主要实验仪器及材料

偏光显微镜、载玻片、盖玻片、镊子、手套、PP、PS

4. 掌握要点

偏光显微镜研究高聚物分子链结晶与非结晶聚集态结构。

5. 实验内容

- (1) 高聚物试片的制备；
- (2) 偏光显微镜的调试；
- (3) 观察高聚物的结晶形态。

实验二 溶胀法测定聚合物的交联度

(4 学时)

1. 目的要求

- (1) 明确实验原理；
- (2) 掌握实验操作技术；

2. 方法原理

使用溶胀法测定硫化橡胶的交联度

3. 主要实验仪器及材料

恒温玻璃水浴、电子天平、广口瓶、称量瓶剪刀、比重瓶、苯、丙酮、硫化橡胶等。

4. 掌握要点

了解交联结构高聚物的溶胀现象，学会使用溶胀法测定硫化橡胶的交联度。

5. 实验内容

- (1) 制备硫化橡胶试样。抽提硫，烘干待用。
- (2) 标定溶胀计。
- (3) 对所选试样进行溶胀测定。
- (4) 用比重瓶测定试样的密度。
- (5) 数据处理
- (6) 结果与讨论。

实验三 高分子材料拉伸强度的测定

(4 学时)

1. 目的要求

- (1) 明确高聚物的静载拉伸实验方法；
- (2) 掌握测定聚丙烯材料的屈服强度、断裂强度和断裂伸长率；
- (3) 了解结晶性高聚物的拉伸特征。

2. 方法原理

高聚物的静载拉伸实验方法测定材料的屈服强度，断裂强度和断裂伸长率。

3. 主要实验仪器及材料

拉力试验机、游标卡尺、PP 塑料

4. 掌握要点

高聚物的静载拉伸实验方法

5. 实验内容

- (1) 制备硫化橡胶试样，抽提硫，烘干待用；
- (2) 标定溶胀计；
- (3) 对所选试样进行溶胀测定；
- (4) 用比重瓶测定试样的密度；
- (5) 数据处理；
- (6) 结果与讨论。

实验四 高分子材料冲击性能测定

(4 学时)

1. 目的要求

- (1) 明确实验原理；
- (2) 掌握高分子材料冲击强度的基本定义，根据测定数据对所测材料力学性能进行研究。
- (3) 了解测定高分子材料冲击强度的各种测定方法。

2. 方法原理

根据高分子材料冲击强度测定数据对所测材料力学性能进行研究。

3. 主要实验仪器及材料

冲击试验机、聚苯乙烯塑料

4. 掌握要点

高分子材料冲击强度的基本定义，根据测定数据对所测材料力学性能进行研究的方法。

5. 实验内容

- (1) 熟悉设备，检验机座是否水平。
- (2) 用卡尺测定式样的尺寸。
- (3) 调节仪器。
- (4) 安装式样，进行测定，并记录数据。
- (5) 重复做 2 组式样。
- (6) 按公式计算每个式样的冲击强度，并取其算术平均值。

实验五 粘度法测定高聚物的分子量

(4 学时)

1. 目的要求

- (1) 明确：实验目的，学会使用粘度计；
- (2) 掌握：粘度的定义及测定基本原理。
- (3) 了解：影响实验结果的各种因素。

2. 方法原理

粘度法测定高聚物的分子量

3. 主要实验仪器及材料

恒温玻璃水浴、秒表、乌氏粘度计、聚苯乙烯、苯

4. 掌握要点

粘度的定义及测定基本原理。

5. 实验内容

- (1) 溶液的制备；

- (2) 粘度计的洗涤;
- (3) 溶液流出时间的测定;
- (4) 纯溶剂流出时间的测定;
- (5) 实验完后, 将粘度计取出, 溶剂到入回收瓶中, 关闭一切电源。

实验六 聚合物维卡软化点测定

(4 学时)

1. 目的要求

- (1) 掌握热塑性聚合物材料维卡软化温度的测定方法。
- (2) 明确试验条件。

2. 方法原理

塑料在其使用温度达到软化点时, 强度和硬度急剧降低。

3. 主要实验仪器及材料

试样为 $(55 \pm 1) \times (15 \pm 0.2) \times (10 \pm 0.2)$ mm 的长条, 不应有气泡、膨胀突起、裂纹等缺陷。每组试条三根。仪器为 XWB-300C 型热变形、维卡软化点温度测定仪。

4. 掌握要点

维卡试验机的使用及工作原理

5. 实验内容

- (1) 仪器预热;
- (2) 准备试样;
- (3) 试样夹持;
- (4) 试验开始, 记录数据;
- (5) 试验结束, 观察曲线;
- (6) 整理仪器。

五、考核办法

实验操作 60%; 实验报告 40%。综合评定课程总成绩。

六、实验教学指导书和参考书

教材:

[1] 周智敏, 米远祝. 高分子化学与物理实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012 年.

参考书目:

- [1] 刘长维, 高分子材料与工程实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004 年.
- [2] 冯开才, 高分子物理实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004 年.
- [3] 李青山, 微型高分子化学实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003 年.

燃料电池技术

课程名称: 燃料电池技术 (Fuel cell technology)

课程编码: 082064

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, 理论学时: 40 学时

适用专业: 应用物理学

先修课程: 材料科学基础、大学物理

执笔人：蒋 龙

审订人：李 松

一、课程的性质、目的与任务

燃料电池技术课程介绍了燃料电池的基本工作原理、模型建立及电化学特性等内容；阐述了燃料电池的工作原理及提高燃料电池效率的途径；通过燃料电池技术的实际应用，全面系统地论述了衡量燃料电池系统的评价体系和设计一套完整的燃料电池系统的方法。本课程的目的是培养专业面宽、知识面广和工程应用能力强的应用型本科人才。

教学内容与学时分配

第一章 燃料电池简介

(4 学时)

本章重点和难点：燃料电池的建模及燃料电池技术；燃料电池的基本工作过程。

第一节 什么是燃料电池

第二节 一个简单的燃料电池

第三节 燃料电池的优点

第四节 燃料电池的不足

第五节 燃料电池的类型

第六节 燃料电池的基本工作过程

第七节 燃料电池性能

第八节 特性与建模

第九节 燃料电池技术

第十节 燃料电池与环境

第二章 燃料电池动力学

(4 学时)

本章重点和难点：燃料的潜能和效率；燃料的潜能。

第一节 热力学回顾

第二节 燃料的热潜能：反应焓

第三节 燃料的做功潜能：吉布斯自由能

第四节 非标准状态条件下燃料电池可逆电压的预测

第五节 燃料电池的效率

第三章 燃料电池反应动力学

(8 学时)

本章重点和难点：燃料电池的动力学过程；平衡态下的反应速率与反应电势。

第一节 电极动力学的介绍

第二节 为何电荷传输过程会有一个活化能

第三节 活化能决定反应速率

第四节 反应净速率的计算

第五节 平衡态下的反应速率：交换电流密度

第六节 平衡条件下反应电势：伽伐尼电势

第七节 电势和速率：Bultler-Volmer 方程

第八节 交换电流和电催化：如何改善动力学性能

第九节 简化的活化动力学：泰菲尔等式

第十节 不同燃料电池反应产生不同动力学

第十一节 催化剂-电极设计

第十二节 量子力学：理解燃料电池催化剂的体系

第四章 燃料电池电荷传输

(4 学时)

本章重点和难点：燃料电池电荷的传输过程；电导率的物理意义。

第一节 响应力的电荷转移

第二节 电荷传输导致电压损失	
第三节 燃料电池电荷传输电阻的特性	
第四节 电导率的物理意义	
第五节 燃料电池电解质种类综述	
第五章 燃料电池质量传输	(4 学时)
本章重点和难点：燃料电池的质量传输过程；电极中电荷的传输。	
第一节 电极与流场结构中的传输	
第二节 电极内的传输：扩散传输	
第三节 流场结构中的传输：对流传输	
第六章 燃料电池模型	(2 学时)
本章重点和难点：基于计算流体动力学的燃料电池模型；流体动力学的燃料电池模型。	
第一节 一个基本燃料电池模型	
第二节 一维燃料电池模型	
第三节 基于计算流体动力学的燃料电池模型	
第七章 燃料电池表征	(2 学时)
本章重点和难点：燃料电池的表征手段；表征方法的基本原理。	
第一节 我们关注哪些特性	
第二节 表征技术总论	
第三节 现场电化学表征技术	
第四节 非现场表征技术	
第八章 燃料电池类型概述	(2 学时)
本章重点和难点：燃料电池的类型及工作原理；各类型燃料电池的工作原理。	
第一节 引言	
第二节 磷酸燃料电池	
第三节 聚合物电解质膜燃料电池	
第四节 碱性燃料电池	
第五节 熔融碳酸盐燃料电池	
第六节 固体氧化物燃料电池	
第九章 燃料电池类型系统概述	(4 学时)
本章重点和难点：燃料电池系统的构成及设计；燃料电池系统的设计。	
第一节 燃料电池堆（燃料电池子系统）	
第二节 热管理子系统	
第三节 燃料传输/处理子系统	
第四节 电力电子子系统	
第五节 燃料电池系统设计个案研究：便携式燃料电池的尺寸设计	
第十章 燃料电池系统集成和子系统设计	(4 学时)
本章重点和难点：燃料电池系统的集成；燃料电池子系统的设计。	
第一节 四个主要子系统的总述	
第二节 外部重整：燃料处理子系统	
第三节 热管理子系统	
第十一章 燃料电池的环境效应	(2 学时)
本章重点和难点：燃料电池的环境效应；燃料电池的 LCA 分析。	
第一节 寿命周期评价	
第二节 LCA 的重要排放物	

第三节 有关全球变暖的排放物

第四节 有关空气污染的排放物

第五节 利用 LCA 的整体分析

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解燃料电池的基本工作原理、模型建立及电化学特性等内容；
2. 理解燃料电池的工作原理及提高燃料电池效率的途径；
3. 理解燃料电池技术的实际应用，掌握设计一套完整的燃料电池系统的方法；
4. 深刻理解衡量燃料电池系统的评价体系；
5. 掌握探索和发现新能源与新材料的方法，培养独立思考能力。

四、大纲说明

本大纲适用于理工科本科专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生理论联系实际和独立思考的能力。

五、教学参考书

[1] 车硕源. 燃料电池基础 [M]. 北京：电子工业出版社，2007 年.

[2] 肖 德. 燃料电池技术 [M]. 北京：电子工业出版社，2009 年.

六、学习网站

[1] 中国燃料电池网，网址：<http://www.cnfuelcell.com/>

新能源材料与技术

课程名称：新能源材料与技术（New energy materials and technology）

课程编码：082085

学 分：3 分

总 学 时：48 学时，其中，理论学时：48 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：材料科学与工程基础

执 笔 人：陈善俊

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

新能源和新材料是国民经济和社会发展的命脉，新能源材料与技术介绍了新能源材料与技术为降低碳排放、优化能源结构、实现人类可持续发展发挥的重要作用，当前社会应用的各种新能源材料和相关技术以及各种储能装置的工作原理及主要特征。让学生全面了解当今世界新能源与新材料的发展趋势以及发展新能源材料的意义及其关键技术。本课程的目的是培养专业面宽、知识面广和工程能力强的应用型本科人才。

二、教学内容与学时分配

第一章 概述

（4 学时）

本章重点和难点：新能源材料的关键技术；新能源及新能源材料的概念。

第一节 能源

第二节 新能源

第三节 新能源技术

第四节 新能源材料

第五节 新能源材料的关键技术

第二章 金属氢化物镍电池材料

(6 学时)

本章重点和难点：金属氢化物镍电池材料的研究动向；储氢合金的储氢机理。

第一节 金属氢化物镍电池简介

2.1.1 金属氢化物镍电池工作原理

2.1.2 储氢合金的基本特征

2.1.3 储氢合金电极材料的主要特征

第二节 储氢合金负极材料

2.2.1 AB₅ 型混合稀土系统储氢电极合金

2.2.2 AB₂ 型 Laves 相储氢电极合金

2.2.3 其他新型高容量储氢合金电极材料

第三节 镍正极材料

2.3.1 氢氧化镍电极的充放电机理

2.3.2 氢氧化镍在充放电过程中的晶型转换

2.3.3 球形 Ni(OH)₂ 正极材料的基本性质与制备方法

2.3.4 影响高密度球形 Ni(OH)₂ 电化学性能的因素

2.3.5 Ni(OH)₂ 正极材料的研究动向

第四节 Ni/MH 电池材料的再生利用

2.4.1 Ni/MH 电池的生产和回收概况

2.4.2 Ni/MH 电池材料的再生利用技术

第三章 锂离子电池材料

(9 学时)

本章重点和难点：几种常用的锂离子电池材料；锂离子电池的工作原理。

第一节 概述

第二节 锂离子电池的工作原理

3.2.1 工作原理

3.2.2 特点

3.2.3 结构组成

3.2.4 与电池相关的基本概念

第三节 锂离子电池负极材料

3.3.1 金属锂负极材料

3.3.2 锂合金与合金类氧化物负极材料

3.3.3 石墨与石墨层间化合物

3.3.4 石墨化中间相碳微珠

3.3.5 热解碳负极材料

3.3.6 过渡金属氧化物负极材料

3.3.7 Li₄Ti₅O₁₂ 负极材料

3.3.8 过渡金属锂氮化物负极材料

第四节 锂离子电池正极材料

3.4.1 正极材料的选择要求

3.4.2 LiCoO₂ 正极材料

3.4.3 LiNiO₂ 正极材料

3.4.4 LiMnO₂ 正极材料

- 3.4.5 LiMn_2O_4 正极材料
- 3.4.6 $\alpha\text{-V}_2\text{O}_5$ 及其锂化衍生物
- 3.4.7 橄榄石结构 LiMPO_4 正极材料
- 3.4.8 $\text{LiNi}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_2$ 正极材料
- 3.4.9 $\text{LiNi}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}\text{O}_2$ 正极材料
- 3.4.10 $\text{LiNi}_x\text{Co}_{1-2x}\text{Mn}_x\text{O}_2$ 正极材料
- 3.4.11 高容量高电压正极材料

第五节 电解质材料

- 3.5.1 非水有机液体电解质
- 3.5.2 聚合物电解质
- 3.5.3 无机固体电解质

第六节 锂离子电池的生产流程

第七节 锂离子电池的发展趋势

第四章 燃料电池材料

(6 学时)

本章重点和难点：几种常用的燃料电池类型；燃料电池的工作原理。

第一节 概述

- 4.1.1 几种燃料电池的研究现状
- 4.1.2 前景与挑战

第二节 质子交换膜型燃料电池

- 4.2.1 质子交换膜型燃料电池简介
- 4.2.2 电催化剂
- 4.2.3 多孔气体扩散电极及制备工艺
- 4.2.4 质子交换膜
- 4.2.5 双极板材料与流场
- 4.2.6 电池组技术

第三节 熔融碳酸盐燃料电池

- 4.3.1 熔融碳酸盐燃料电池材料
- 4.3.2 电池结构与性能
- 4.3.3 MCFC 需解决的关键技术

第四节 固体氧化物燃料电池

- 4.4.1 固体氧化物燃料电池简介
- 4.4.2 固体氧化物燃料电池材料
- 4.4.3 电池结构与性能

第五章 太阳能电池材料

(8 学时)

本章重点和难点：各种太阳能电池的应用；太阳能电池的发光机理。

第一节 太阳能电池发展概况

- 5.1.1 太阳能电池的种类
- 5.1.2 太阳能电池的特点
- 5.1.3 太阳能电池的方式

第二节 太阳能电池原理

- 5.2.1 半导体结构
- 5.2.2 太阳能电池的工作原理

第三节 太阳能电池的结构与特性

- 5.3.1 太阳能电池的结构

- 5.3.2 太阳能电池的特性
- 5.3.3 太阳能电池的等效电路

第四节 太阳能发电系统

- 5.4.1 太阳能发电系统的构成
- 5.4.2 太阳能发电系统的分类

第五节 太阳能系统的应用

- 5.5.1 太阳能路灯
- 5.5.2 太阳能制氢
- 5.5.3 太阳能光电建筑
- 5.5.4 太阳能并网发电

第六节 各种太阳能电池

- 5.6.1 硅太阳能电池
- 5.6.2 多元化合物薄膜太阳能电池
- 5.6.3 有机半导体太阳能电池
- 5.6.4 染料敏化纳米太阳能电池

第六章 半导体照明发光材料

(9 学时)

本章重点和难点：几种常见的半导体发光材料；半导体材料的发光机理。

第一节 半导体照明

- 6.1.1 LED 的发展概况
- 6.1.2 LED 的结构及工作原理
- 6.1.3 LED 光源特点
- 6.1.4 照明用 LED 特性
- 6.1.5 LED 产业链构成

第二节 半导体发光材料

- 6.2.1 砷化镓 (GaAs)
- 6.2.2 氮化镓 (GaN)
- 6.2.3 磷化镓 (GaP)
- 6.2.4 氧化锌 (ZnO)
- 6.2.5 碳化硅 (SiC)

第三节 半导体照明发光材料

- 6.3.1 铈掺杂钇铝石榴石
- 6.3.2 白光 LED 用发光材料的深入研究与新体系探索
- 6.3.3 硅酸盐发光材料
- 6.3.4 氮化物发光材料

第七章 相变储能材料

(6 学时)

本章重点和难点：相变储能材料的工程应用；相变储能材料的基本原理。

第一节 相变储能的基本原理

第二节 相变材料的分类

- 7.2.1 固-液相变储能材料
- 7.2.2 固-固相变储能材料
- 7.2.3 相变储能材料的筛选原则

第三节 几种相变储能材料

- 7.3.1 无机水合盐
- 7.3.2 有机相变材料

7.3.3 合金及金属

第四节 相变储能材料的工程应用

7.4.1 相变储能材料在建筑节能中的应用

7.4.2 相变储能材料在太阳能中的应用

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解新能源和新材料在国民经济和社会发展中的作用；
2. 熟悉当前社会应用的各种新能源材料及相关技术；
3. 理解各种储能装置的工作原理及主要特征；
4. 掌握新能源的定义、分类，新能源与新材料的关系以及发展新能源材料的意义及关键技术；
5. 掌握探索和发现新能源与新材料的方法，培养独立思考能力。

四、大纲说明

本大纲适用于理工科本科专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生理论联系实际和独立思考的能力。

五、教学参考书

- [1] 吴其胜. 新能源材料 [M]. 上海：华东理工大学出版社，2012 年.
- [2] 艾德生. 新能源材料：基础与应用 [M]. 化学工业出版社，2010 年.
- [3] 雷永泉. 新能源材料——二十一世纪新材料丛书 [M]. 天津大学出版社，2000 年.

六、学习网站

- [1] 首聚能源网，网址：<http://www.geo-show.com/>

材料热力学

课程名称：材料热力学（Thermodynamics of materials）

课程编码：082084

学 分：3 分

总 学 时：48 学时，其中，理论学时：48 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：大学物理、材料科学与工程基础

执 笔 人：裴启明

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

材料热力学是将热力学直接结合材料学，便于学生学习，材料热力学成为材料科学与工程学科的一门重要先修课程。通过该课程的学习，便于学生系统掌握热力学的基本原理及其在研究、提示材料的成分和加工（制备）对结构、组织、性质和效能的影响。本课程的主要目的是要求学生进一步掌握热力学理论，并能进行材料热力学研究。

二、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 理解通过热力学函数应用到材料科学研究领域而形成材料热力学规律；
2. 掌握上述规律的概念、函数表达、适用条件，能用材料热力学规律解决材料研究中的具体问题，能解释材料科学研究中遇到的热力学现象；
3. 掌握热焓、熵、自由能、活度等热力学参量在具体材料变化过程中的求解方法和对过程做出正确的判断；
4. 掌握热力学函数中的重要函数关系尤其是麦克斯韦关系；
5. 掌握单组元材料热力学、二元相热力学、相平衡热力学、相变热力学、界面热力学、溶体热力学等规律和概念，了解动力学规律，并解决材料研究中的一些问题。

三、教学内容与学时分配

第一章 绪论与热力学基本定律

(4 学时)

本章重点和难点：掌握热力学定律；理解状态函数的意义。

第一节 热力学基本概念

第二节 热平衡定律与温度

第三节 热力学第一定律（能量守恒与转化定律）

第四节 热力学第二定律（熵增加原理）

第五节 热力学第三定律

第二章 统计热力学基础

(4 学时)

本章重点和难点：理解热力学几率与熵的统计意义；掌握热容的理论表达式和计算。

第一节 基本概念

第二节 系统微观运动状态的描述

第三节 熵函数与微观状态数关系

第四节 Maxwell-Boltzman 能量分配定律

第五节 配分函数的性质及计算

第六节 热力学性质与配分函数的关系

第三章 单组元材料热力学

(8 学时)

本章重点和难点：理解晶体热容的经典与量子解释；掌握磁性转变理论。

第一节 金属相变的体积效应的热力学解释

第二节 缺陷热力学

第三节 晶体的热容：经典、量子热容理论

第四节 由热容计算自由能

第五节 单元材料两相平衡

第六节 磁性材料热力学

第四章 二组元相热力学

(6 学时)

本章重点和难点：掌握正规溶体的自由能曲线—— G_m-X 图的分析；掌握混合物的自由能的计算、化学位的定量计算、利用活度计算相互作用能。

第一节 溶体热力学

第二节 溶体的性质

第三节 混合物的自由能

第四节 化学位与活度

第五节 化学位与摩尔自由能的关系

第六节 正规溶体的活度与活度系数

第五章 相平衡热力学

(6 学时)

本章重点和难点：理解公切线法则；掌握固-液平衡、固溶体间两相平衡的相成分规律；掌握溶质元素的分配比、相稳定化参数的计算。

第一节 两相平衡

第二节 相图的建立

第三节 固-液两相平衡

第四节 溶解度曲线

第五节 固溶体间的两相平衡

第六节 相稳定化参数

第六章 两个重要的溶体模型

(4 学时)

本章重点和难点: 掌握两个溶体模型的概念; 理解 Bragg-Williams 模型中合作现象; 掌握混合熵、过剩自由能、摩尔自由能等的计算; 利用两种理论处理实际材料中的问题。

第一节 Bragg-Williams 近似

第二节 双亚点阵模型

第七章 相变热力学

(8 学时)

本章重点和难点: 理解相变热力学的概念、特征; 掌握用 Gm-X 图分析固溶体的稳定性及其分解; 掌握溶体发生二级相变时的自由能变化的计算。

第一节 相变分类

第二节 纯晶体的凝固

第三节 固态相变

第四节 第二相析出的相变驱动力

第五节 析出相的表面张力效应

第六节 晶间偏析

第七节 固溶体的磁性转变自由能

第八节 有序-无序转变自由能

第九节 二级相变对相平衡的影响

第十节 几种重要的相变

第八章 界面热力学

(8 学时)

本章重点和难点: 掌握界面能的定义及计算; 理解 Gibbs-Thompson 效应。

第一节 表面张力

第二节 润湿现象

第三节 弯曲液面的附加压力和毛细现象

第四节 稳状态和新相的生成

第五节 固体表面上的吸附作用

第六节 溶液表面的吸附

第七节 固体表面热力学

四、大纲说明

本大纲适用于理工科本科专业。教学总时数为 48 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料, 按照本大纲的内容进行教学, 注意培养学生独立思考能力。

五、教学参考书

[1] 郝士明、蒋敏、李洪晓. 材料热力学(第二版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010 年.

[2] 徐祖耀、李麟. 材料热力学[M]. 北京: 科学出版社, 2000 年.

[3] 江伯鸿. 材料热力学[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1999 年.

[4] 潘金生. 材料科学基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998 年.

[5] 汪志诚. 热力学·统计物理(第五版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013 年.

[6] 梁希侠、班士良, 统计热力学[M]. 北京: 科学出版社, 2008 年.

[7] 林宗涵, 热力学与统计物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007 年.

- [8] 郎道、栗弗度兹著，杨训等译，统计物理学[M]，北京：人民教育出版社，1964 年。
- [9] 赵凯华、罗蔚茵，新概念物理教程系列[M]，北京：高等教育出版社，1998 年。
- [10] 王竹溪，热力学简明教程[M]，北京：人民教育出版社，1964 年。

材料设计与模拟计算

课程名称：材料设计与模拟计算（Material design and computational simulation）

课程编码：082129

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：24 学时；上机学时：16 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：大学物理、材料科学与工程基础

执 笔 人：张伟斌

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

计算材料学是材料科学与计算机科学的交叉学科，是一门正在快速发展的新兴学科，是利用计算对材料的组成、结构、性能以及服役性能进行计算机模拟与设计的学科。它涉及材料、物理、计算机、数学、化学等多门学科。计算材料学主要包括两个方面的内容：一方面是计算模拟，即从实验数据出发，通过建立数学模型及数值计算，模拟实际过程；另一方面是材料的计算机设计，即直接通过理论模型和计算，预测或设计材料结构与性能。后者使材料的研究与开发更具方向性、前瞻性，有助于原始性创新，可以大大提高研究效率。因此，计算材料学是连接材料学理论与实验的桥梁。

本课程主要介绍了量子力学方法、分子动力学方法及其理论基础。量子力学第一性原理方法可以无需任何实验数据，完全从材料组成原子的种类以及排列方式出发计算材料性能。该方法可以研究能量学和电子层次的问题。分子动力学方法通过简化原子间相互作用，可以计算的体系比量子力学方法能够研究的体系大得多，特别是可以研究温度、压力等环境因素的影响和动力学问题。

理论教学基本要求

学生学完本课程后，应达到如下要求：

1. 掌握如何根据实验要求，建立自己需要的计算模型。
2. 掌握各种性质，如态密度，能带结构，光学，电子轨道等性质的计算方法。
3. 掌握各种性质的物理含义，学会分析简单的数据。
4. 掌握过度态搜索，以及简单的应用；掌握 XRD 模拟方法，如何精修。

理论教学内容与学时分配

第一章 Materials Studio 入门

（2 学时）

本章重点和难点：了解量子力学的重要性；理解材料的微观性能决定于其电子结构特性；掌握纳米材料的定义；Materials Studio 的安装和基本操作。

第一节 安装软件和生成 project。

第二节 打开并生成 3D 文档。4+

第三节 绘制苯甲酰胺分子。

第四节 观察并且处理研究表格文档。

第二章 Visual 模块的初步应用

(2 学时)

本章重点和难点：了解量子化学的计算和分析方法；难点是掌握单点能的计算方法和几何结构的优化计算方法；同时掌握如何导入晶体结构，绘制晶体。

第一节 了解 Material Visual 的窗口组成及功能。

第二节 能从数据库导入结构，并进行修改。

第三节 能绘制有机分子，并进行简单操作。

第四节 能根据文献数据绘制出晶体。

第三章 第一性原理预测 AIAs 的晶格参数

(2 学时)

本章重点和难点：了解 CASTEP 基本原理和计算，性质；难点是如何恰当构建晶体，并计算优化。

第一节 CASTEP 基本介绍，计算，性质等。

第二节 构建 AIAs 的晶体结构、优化，性质计算，实验比对。

第四章 建立尿素，Si 晶体，聚合物模型

(2 学时)

本章重点和难点：了解什么是氢键，如何调整晶胞的显示风格；掌握 Urea 晶体构建和氢键链接。

第一节 计算氢键，计算氢键。

第二节 调整晶胞显示的范围，改变晶胞显示风格。

第三节 检查 urea 晶体中氢键的连接。

第五章 CO 吸附在 Pd (001) 面

(2 学时)

本章重点和难点：构造 Pd 晶体，CO 分子并恰当优化；如何计算吸附能。

第一节 建立 Pd 晶体，不同晶面。

第二节 构造和优化 CO 分子。

第三节 模拟构建真空层，优化表面。

第四节 计算吸附能。

第六章 使用 CASTAP LST/QST 工具进行过渡态搜索

(2 学时)

本章重点和难点：了解什么是过渡态；掌握计算结构设置和计算方法，数据处理。

第一节 设置计算的结构。

第二节 优化几何结构。

第三节 定义原子配对，使用 LST/QST/CG 方法计算过渡态。

第七章 气体在聚合体中扩散的测量

(4 学时)

本章重点和难点：了解如何建立无定型结构，分子动力学基础；掌握分子动力学的运行和分析。

第一节 建立初始结构。

第二节 建一个无定形的晶胞。

第三节 晶胞的弛豫。

第四节 分子动力学的运行和分析。

第五节 输出数据并计算扩散系数。

第八章 Reflex 模块的初步应用

(2 学时)

本章重点和难点：了解 XRD 基础知识，XRD 指标化的目的；掌握 Reflex 模块的初步应用，XRD indexing。

第一节 建立初始结构。

第二节 优化计算。

第三节 Reflex 模块的初步试用。

第四节 各种峰型的可变参数列表。

第五节 XRD 图的指标化(indexing)。

第六节 导入 fin31 的结构，并与 index 得到的结构对比。

第七节 实时查看结构变化对衍射的影响。

第九章 制备 Reflex plus 的应用举例

(2 学时)

本章重点和难点：加深了解 XRD 基础知识，XRD 指标化的目的；掌握 Reflex Plus 模块的初步应用。

第一节 Reflex Plus 基本使用。

第二节 指标化。

第三节 Pawley fitting。

第四节 XRD 结构解析。

第十章 DMol3 基本原理和参数设置

(4 学时)

本章重点和难点：了解 Dmol3 与 CASTEP 的区别和联系；掌握 Dmol3 的基本操作，参数控制。

第一节 Dmol3 的基本原理和参数设置。

第二节 DMol3 中的 SCF 迭代过程。

第三节 DMol3 的参数控制。

第四节 了解 Smearing - Fermi (thermal) occupancy。

四、上机

1. 上机目的与任务

培养学生初步掌握软件的安装，模型建立，参数调制，性质计算方法和调试技巧；验证所学理论、巩固所学知识并加深理解；对学生进行实验研究的基本训练。

2. 上机教学基本要求

通过上机教学，加深对基础理论知识的理解，培养学生动手能力。通过实验课学生应掌握下列基本技能：软件的操作，各个模块的使用、参数调节、运算及结果的分析。

3. 上机项目与类型

序号	实验项目	学时	上机类型				备注	
			演示	验证	综合	设计	必做	选做
1	MS 软件安装和 Visual 模块的初步应用	2			√		√	
2	用第一原理预测 AIAs 的晶格参数	2			√		√	
3	建立尿素，Si 晶体，聚合物	2			√		√	
4	CO 吸附在 Pd (110) 面	2			√		√	
5	使用 CASTAP LST/QST 工具进行过渡态搜索	2			√		√	
6	气体在聚合体中扩散的测量	2			√		√	
7	Reflex 模块的初步应用	2			√		√	
8	上机疑难解决和自主设计	2			√		√	

4. 上机教学内容及学时分配

上机一 MS 软件安装和 Visual 模块的初步应用

(2 学时)

(1) 目的要求

通过上机练习上课内容，并熟悉软件各操作界面；学习如何建立简单的模型。

(2) 方法原理

第一性原理。

(3) 主要实验仪器及材料

计算机，window 系统，MS 软件

- (4) 掌握要点
安装软件，调试各种问题，建立简单模型。
- (5) 实验内容：
安装软件，建立简单模型。
- 上机二 用第一原理预测 AlAs 的晶格参数 (2 学时)
- (1) 目的要求
通过上机练习上课内容，并熟悉软件各操作界面；学习如何建立 AlAs 模型，以及其他类似模型。
- (2) 方法原理
第一性原理。
- (3) 主要实验仪器及材料
计算机，window 系统，MS 软件
- (4) 掌握要点
如何建立 AlAs 模型，以及其他类似模型。
- (5) 实验内容：
建立 AlAs 晶体模型，预测晶格参数，与实验对比。
- 上机三 建立尿素，Si 晶体，聚合物模型 (2 学时)
- (1) 目的要求
通过上机练习上课内容，并熟悉软件各操作界面；学习如何建立尿素，Si 晶体，聚合物模型，以及其他类似模型。
- (2) 方法原理
第一性原理。
- (3) 主要实验仪器及材料
计算机，window 系统，MS 软件
- (4) 掌握要点
如何建立尿素，Si 晶体，聚合物模型，以及其他类似模型。
- (5) 实验内容：
建立尿素，Si 晶体，聚合物模型。
- 上机四 CO 吸附在 Pd (110) 面 (2 学时)
- (1) 目的要求
通过上机练习上课内容，并熟悉软件各操作界面；学习如何建立各种简单分子，晶体表面模型，计算吸附能。
- (2) 方法原理
第一性原理。
- (3) 主要实验仪器及材料
计算机，window 系统，MS 软件
- (4) 掌握要点
如何建立建立各种简单分子，晶体表面模型，计算吸附能。
- (5) 实验内容：
建立各种简单分子，晶体表面模型，计算吸附能。
- 上机五 使用 CASTAP LST/QST 工具进行过渡态搜索 (2 学时)
- (1) 目的要求
通过上机练习上课内容，并熟悉软件各操作界面；理解什么是过渡态，有什么应用，如何进行设计和计算。
- (2) 方法原理

第一性原理。

(3) 主要实验仪器及材料

计算机, window 系统, MS 软件

(4) 掌握要点

如何建立各种简单分子, 计算过渡态, 能垒。

(5) 实验内容:

建立分子模型, 计算过渡态和能垒。

上机六 气体在聚合体中扩散的测量

(2 学时)

(1) 目的要求

通过上机练习上课内容, 并熟悉软件各操作界面; 理解如何建立聚合物, 并把气体和聚合物放在一起, 如何调节契合实验的要求。

(2) 方法原理

第一性原理。

(3) 主要实验仪器及材料

计算机, window 系统, MS 软件

(4) 掌握要点

如何建立各种聚合物, 分子, 并放在一起计算。

(5) 实验内容:

建立聚合物模型, 计算扩散参数。

上机七 Reflex 模块的初步应用

(2 学时)

(1) 目的要求

通过上机练习上课内容, 并熟悉软件各操作界面; 理解 XRD 的意义, 应用; 如何计算 XRD 结果并进行精修。

(2) 方法原理

第一性原理。

(3) 主要实验仪器及材料

计算机, window 系统, MS 软件

(4) 掌握要点

如何建立各种晶体, 技术 XRD 图谱, 并与实验结果对比, 进行精修。

(5) 实验内容:

建立晶体模型, 计算 XRD, 精修。

上机八 上机疑难解决和自主设计

(2 学时)

(1) 目的要求

通过上机练习上课内容, 并熟悉软件各操作界面; 解决疑难问题, 并根据自己兴趣设计计算。

(2) 方法原理

第一性原理。

(3) 主要实验仪器及材料

计算机, window 系统, MS 软件

(4) 掌握要点

如何由自己的兴趣建立各种模型, 并进行计算。

(5) 实验内容:

遗留问题练习, 解决; 设计创新模型。

5. 上机考核办法

上机操作 60%; 考核成绩以 40% 计入课程总成绩。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学本科专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注重培养学生在交叉学科和创新能力等方面的综合能力。

五、教学参考书

[1] 张跃,谷景华,尚家香,马岳. 计算材料学基础 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007 年.

[2] 单斌,陈征征,陈蓉. 材料学的纳米尺度计算模拟: 从基本原理到算法 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2016 年.

六、学习网站

[1] 计算材料学导论, 超星学术视频,

网址: http://video.chaoxing.com/play_400053314_295817.shtml

有机光电材料与器件

课程名称: 有机光电材料与器件 (Organic optoelectronic materials and devices)

课程编码: 082106

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, 理论学时: 40 学时

适用专业: 应用物理学、光电信息科学与工程

先修课程: 半导体物理

执 笔 人: 熊艳

审 订 人: 李松

一、课程的性质、目的与任务

《有机光电材料与器件》着重从工程技术应用的角度出发, 阐述光电效应和各种光学现象, 介绍了有机光电材料和有机光电器件的结构、原理、特性参数和使用范围等。

本课程的教学任务是: 使学生了解和掌握各种有机光电材料的基本性质、制备技术及各种典型有机光电器件的基本结构、工作原理及应用等专业知识。

二、教学内容与学时分配

第 1 章 物质吸收光谱与颜色 (2 学时)

本章重点和难点: 掌握物质吸收的基本原理和特点

1.1 光的基本性质

1.2 电子跃迁

1.3 紫外—可见吸收光谱

1.4 影响紫外—可见吸收光谱的因素

1.5 分子结构与颜色

1.6 染料分类与应用

第 2 章 物质荧光与荧光传感 (4 学时)

本章重点和难点: 理解荧光的原理和特点; 了解磷光发射

2.1 激发态及其衰变

2.2 荧光光谱

- 2.3 影响荧光性质的因素
- 2.4 磷光发射
- 2.5 辐射能量转移与非辐射能量转移
- 2.6 荧光化学传感器
- 第3章 光致变色与电致变色材料 (4 学时)
 - 本章重点和难点：理解光致变色；了解光致变色材料的材料和应用
 - 3.1 光致变色现象
 - 3.2 光致变色材料
 - 3.3 光致变色材料的应用
 - 3.4 电致变色材料
 - 3.5 酸致变色
- 第4章 有机光电显示材料与器件 (4 学时)
 - 本章重点和难点：掌握 LCD 和 OLED 显示原理及器件结构、材料
 - 4.1 显示材料与技术
 - 4.2 液晶显示 (LCD) 材料
 - 4.3 有机电致发光器件 (OLED)
- 第5章 有机场效应管材料与器件 (4 学时)
 - 本章重点和难点：掌握有机场效应晶体管的工作原理和基本结构
 - 5.1 无机半导体三极管
 - 5.2 有机场效应晶体管
 - 5.3 影响 OFET 性能的关键因素
 - 5.4 有机场效应管材料
 - 5.5 有机场效应管件的制作
- 第6章 有机太阳能转换材料与器件 (6 学时)
 - 本章重点和难点：理解太阳能转换材料与器件的种类；掌握有机太阳能转换材料与器件的基本结构和工作原理
 - 6.1 太阳光谱与太阳能利用
 - 6.2 全固态太阳能电池
 - 6.3 染料敏化太阳能电池 (DSSC)
 - 6.4 太阳能转换化学能
 - 6.5 太阳能—热能转换材料与器件
 - 6.6 太阳能荧光器 (SFD)
- 第7章 有机光导体材料与器件 (4 学时)
 - 本章重点和难点：理解有机光导体器件的工作原理
 - 7.1 有机光导体原理
 - 7.2 有机光导体性能参数
 - 7.3 有机光导体材料
 - 7.4 有机光导器件 (OPCD)
- 第8章 光聚合材料及其应用 (4 学时)
 - 本章重点和难点：理解光聚合材料的工作原理及其应用
 - 8.1 光谱敏化原理
 - 8.2 感光高分子材料
 - 8.3 光聚合反应
 - 8.4 光刻与封装

第9章 双光子吸收材料及其应用 (4 学时)

本章重点和难点：了解双光子吸收现象

9.1 双光子吸收现象

9.2 双光子吸收效应的应用

9.3 强双光子吸收材料

9.4 双光子性能测试

9.5 双光子研究最新进展

器件第10章 有机光电存储材料与器件 (4 学时)

本章重点和难点：理解有机光电存储器件的基本结构和工作原理

10.1 信息存储

10.2 光信息存储技术

10.3 有机光存储材料

10.4 有机电存储器件

10.5 有机电存储材料

10.6 有机电存储器件机理

10.7 有机电存储器件的研究

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

使学生掌握常用电子材料以及各种常有机光电器件的基本结构和工作原理等方面的知识，为学习后续课程和今后的工作准备必要的基础知识，以及同时也培养学生在有机光电材料与器件制造技术方面分析和解决问题的能力。

1、熟练掌握常用的有机光电材料的性质、特点和应用场合。

熟练掌握有机光电材料的基本工作原理和选用理论。

3、掌握其他元器件的性能、作用和工作原理。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学、光电信息科学与工程本科专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以课堂教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生对基本概念的理解。本课程宜安排在物理光学、应用光学等有关课程之后。

五、教学参考书

[1] 王筱梅, 叶常青. 有机光电材料与器件 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2013 年.

[2] 王庆有. 光电技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005 年.

太阳能光伏技术

课程名称：太阳能光伏技术（Photovoltaic technology）

课程编码：082112

学 分：3 分

总 学 时：48 学时，其中，**理论学时**：40 学时，**实验学时**：8 学时

适用专业：应用物理学、光电信息科学与工程、光源与照明

先修课程：大学物理，光学，电子技术

执 笔 人：熊艳

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

太阳能是洁净、可再生能源，是传统化石能源的最为重要的替代能源之一。太阳能资源丰富、分布广泛，是 21 世纪最具发展潜力的能源。随着全球能源短缺和环境污染等问题日益突出，太阳能光伏发电因其清洁、安全、便利、高效等特点，已成为世界各国普遍关注和重点发展的新兴产业。

本课程的任务是使学生了解太阳能光电利用方面的基础知识，包括太阳电池和太阳电池组件的原理、结构及生产工艺，各种光伏系统的基本工作原理和设计方法，光伏系统的主要部件如蓄电池、控制电路的基本原理和光伏系统运行方式等，能应用相关知识解决实际问题，结合应用实例看待光伏发电系统的实用技术的现状和发展，展望太阳能光伏发电的应用前景，着重于学生专业技能的培养。

二、教学内容与学时分配

第一章 太阳辐射简述

(6 学时)

本章重点和难点：太阳辐射的量化与估算

1.1 太阳简介

1.2 太阳与地球的位置关系

1.3 地球绕太阳的运行规律

1.4 计算太阳高度角、方位角、日照时间

库珀方程；太阳角的计算

1.5 太阳常数和太阳光谱

太阳常数；太阳光谱

1.6 地面太阳辐射的理论估算

大气质量；大气透明度的引入；垂直于太阳光线的地表上的直接辐射强度；水平面上的直接太阳辐射

1.7 工程中常用的计算太阳辐射的方法

1.8 中国太阳能分布

第二章 太阳电池基础

(14 学时)

本章重点和难点：太阳电池原理与工艺；太阳电池的发展历史和未来趋势

2.1 太阳电池发展历史

2.2 半导体材料与理论

2.3 硅片的生产

2.4 太阳电池原理

2.5 太阳电池工艺

2.6 太阳电池理论分析

太阳电池模型；太阳电池的效率

2.7 太阳电池的表征

太阳电池测试标准条件；光谱响应；电子束诱导电流；减反射薄膜；实际太阳电池分析

2.8 太阳电池分类

单晶硅太阳电池；多晶硅太阳电池；双面太阳电池；非晶硅太阳电池；高效晶体硅太阳电池

2.9 太阳电池的发展

颗粒硅带为衬底的多晶硅太阳电池；染料敏化纳米晶太阳电池；第三代太阳电池

第三章 太阳电池组件

(6 学时)

本章重点和难点：太阳电池组件类型；太阳电池组件封装工艺

3.1 太阳电池组件类型

3.2 封装材料

环氧树脂；有机硅胶；EVA 胶囊；玻璃；背面材料；其他材料

3.3 太阳电池组件制造设备

激光划片机；太阳电池层压机

3.4 太阳电池组件封装工艺

激光划片；焊接；层压；固化；检测；技术要求

第四章 光伏系统设计

(6 学时)

本章重点和难点：光伏系统的特点、设计的原理

4.1 光伏系统的组成和原理

4.2 光伏系统的分类和介绍

小型太阳能供电系统；简单直流系统；大型太阳能供电系统；交流、直流供电系统；并网系统；混合供电系统；并网混合供电系统

4.3 太阳能光伏系统的特点

4.4 光伏系统的容量设计

独立光伏系统软件设计；计算斜面上的太阳辐射并选择最佳倾角；混合光伏系统设计；并网光伏系统设计

4.5 光伏系统的硬件设计

电流的选取；供电系统的基础建设；接地和防雷设计

4.6 太阳能光伏系统性能分析

4.7 光伏系统设计软件介绍

第五章 电力与控制

(4 学时)

本章重点和难点：电力控制的原理

5.1 充放电控制器

控制器的基本原理；控制器设计中的常用技术；开发与选购控制器注意的几个问题

5.2 逆变器

逆变器的基本原理；光伏系统中的逆变驱动控制电路；光伏并网发电系统中的逆变器电路；逆变器的分类；逆变器的几个重要指标；光伏逆变器技术的未来发展；光伏逆变器 的几个重要制造商

5.3 最大功率跟踪

最大功率跟踪的基本原理；光伏系统中的 MPPT 常用算法

5.4 遥控与遥测

遥控遥测的意义；遥控遥测的实现原理；遥控遥测的应用

第六章 光伏技术应用

(2 学时)

本章重点和难点：光伏技术在各个领域的应用及优势

6.1 太阳电池在太空的应用

神州五号；空间太阳能电站

6.2 太阳能灯

太阳能路灯；太阳能利用与 LED 照明的结合；太阳能灯的其他形式

6.3 太阳能车和游艇

太阳能电动车；太阳能汽车大赛；太阳能游艇

6.4 太阳能光伏在高速公路上的应用

太阳能光伏在高速公路上的常见应用方式；太阳能在其他交通领域方面的应用

6.5 太阳能光伏在通信方面的应用

6.6 太阳能光伏在家电中的应用

太阳能光伏在家电中的应用现状；太阳能光伏在家电中的应用特点和形式；太阳能光伏在家电中应用的主要领域及前景；太阳能光伏在家电中大规模应用的意义；对我国光伏家电产业发展的建议

6.7 其他地面太阳电池电源的应用

第七章 光伏前景展望

(2 学时)

本章重点和难点：光伏发展现状与未来趋势，存在的问题与解决方案

7.1 国内外光伏发展现状与趋势

7.2 我国光伏产业现状与存在问题

7.3 光伏发展机遇和建议

7.4 我国光伏发展战略对策

三、实验内容与学时分配

实验一 太阳能电池参数测试

(2 学时)

主要实验内容：

- 1 开路电压 U_{oc} 、闭路电流 I_{sc} 测试；
- 2 暗条件 $I-V$ 特性测试、光照条件 $I-V$ 特性测试；
- 3 太阳能电池光谱响应特性测试；
- 4 计算填充因子 FF ；
- 5 太阳能电池温度特性测试。

实验二 太阳能光伏逆变器实验

(2 学时)

主要实验内容：

- 1 单相半桥型逆变电路和全桥型逆变电路；
- 2 功率 MOSFET 驱动；
- 3 逆变器过载测试。

实验三 太阳能负载实验

(2 学时)

主要实验内容：

- 1 太阳能电池阵列的结构组成；
- 2 太阳能电池的化学能量转换原理学习；
- 3 定量研究负载阻抗的变换对太阳能充电电流、充电电压、负载功率、总输出功率、功率因数的影响。

实验四 太阳能并网实验

(2 学时)

主要实验内容：

- 1 太阳能控制器的工作原理学习；
- 2 定量测试太阳能控制器充电控制电压与电流关系，了解太阳能控制器充电控制电压范围；
- 3 太阳能控制器的四种输出模式（通用开关输出模式、光控开关输出模式、光控+时控输出模式、调试输出模式）。

四、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 熟练掌握太阳电池和太阳电池组件的原理与结构；

2. 了解太阳能电池和太阳能电池组件的生产工艺;
3. 理解各种光伏系统的基本工作原理和设计方法;
4. 了解光伏系统的主要部件如蓄电池、控制电路的基本原理和光伏系统运行方式;
5. 了解光伏发电系统的实用技术的现状和发展;
6. 了解光伏产业链的结构和特点。

课堂教学应力求使学生弄清基本概念,熟练掌握基本内容。在了解基本概念的基础上,应当结合专业特点,理论联系实践。

五、大纲说明

本大纲适用于应用物理学、光电信息科学与工程、光源与照明本科专业。教学总时数为 48 学时,其中理论课 40 学时,实验课 8 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料,按照本大纲的内容进行教学。

六、教学参考书

- [1] 沈辉,曾祖勤. 太阳能光伏发电技术(第一版)[M]. 北京:化学工业出版社,2009 年.
- [2] 杨金焕,于化丛,葛亮. 太阳能光伏发电应用技术(第一版)[M]. 人电子工业出版社,2009 年.

纳米材料与纳米技术

课程名称: 纳米材料与纳米技术 (Nanomaterials and nanotechnology)

课程编码: 082087

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, 理论学时: 40 学时

适用专业: 应用物理学

先修课程: 大学物理、材料科学与工程基础

执 笔 人: 曾晖

审 订 人: 李松

一、课程的性质、目的与任务

纳米材料与纳米技术是应用物理专业学术的一门专业选修课。它研究了纳米材料的结构和性能及制备方法,以及纳米材料的应用以及纳米科技的新进展。纳米材料学科是近年来兴起并受到普遍关注的一个新的科学领域,它涉及到凝聚态物理、化学、材料、生物等多种学科的知识,对凝聚态物理和材料学科产生了深远的影响。同时也是材料学、材料物理与化学或材料加工工程等专业学生的一门专业选修课程。

本课程的任务是通过课堂教学、课堂讨论使学生了解、掌握纳米材料的概念、分类及其特点;了解纳米材料的物理性能和化学性能;了解纳米材料的主要制备方法及其原理、工艺过程和适用范围;掌握纳米材料粒度、成分、结构、形貌的测试和表征方法;了解纳米材料在不同领域的应用现状和应用前景以及研究进展。培养学生在交叉学科和创新能力等方面的综合能力。

教学内容与学时分配

第一章 纳米科学与技术的基本概念

(2 学时)

本章重点和难点: 了解纳米材料的发展史及重要性;理解纳米科学与技术;掌握纳米材料的定义

第一节	纳米科学与技术	
第二节	表纳米科学技术的发展史	
第三节	纳米材料是纳米科技的重要组成部分	
第四节	纳米材料的定义	
第二章	纳米材料的结构和优异性能	(8 学时)
本章重点和难点：了解纳米材料的表面效应、结构相变、及量子效应；理解小尺寸效应及结构缺陷；掌握纳米材料的结构		
第一节	纳米材料的结构	
第二节	纳米材料的结构相变	
第三节	表面效应	
第四节	纳米材料的结构缺陷	
第五节	小尺寸效应	
第六节	纳米相块体材料	
第七节	纳米非晶态材料和纳米材料	
第八节	量子效应	
第三章	纳米材料的制备	(8 学时)
本章重点和难点：了解纳米材料的一些制备方法，包括溅射法、热蒸发法、溶胶—凝胶法、球磨法等；理解制备方法的原理		
第一节	制备团簇和纳米粒子的物理法	
第二节	溅射、热蒸发方法与激光蒸发技术的比较	
第三节	氢电弧等离子体法制备纳米粒子	
第四节	纳米粒子的化学合成	
第五节	溶胶—凝胶法	
第六节	球磨法	
第四章	纳米材料的应用	(6 学时)
本章重点和难点：了解纳米材料的一些基本应用；理解纳米催化的原理及超细非晶态合金催化		
第一节	在化工产品中的应用	
第二节	在环保健康方法的应用	
第三节	在医药卫生领域的应用	
第四节	在电子工业产品中的应用	
第五节	纳米催化	
第六节	超细非晶态合金催化	
第五章	纳米结构的测试技术和仪器	(8 学时)
本章重点和难点：了解纳米结构的测试仪器；理解扫描隧道显微镜的基本原理		
第一节	扫描隧道显微镜的基本原理	
第二节	其他类似的检测仪器	
第三节	纳米结构检测技术的应用研究	
第六章	纳米科技应用的新结合点	(8 学时)
本章重点和难点：了解纳米科技应用的新思路；理解纳米材料发展动向		
第一节	纳米催化剂制备新思路	
第二节	纳米组装和纳米微球	
第三节	纳米电子器件	
第四节	纳米线生长的新机理	
第五节	纳米技术发展动向	

第六节 纳米科学与技术要在应用中求得发展

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解纳米材料的发展史及重要性和理解纳米科学与技术；
2. 了解纳米材料的表面效应、结构相变、及量子效应，并理解小尺寸效应及结构缺陷；
3. 了解纳米材料的一些基本应用，理解纳米催化的原理及超细非晶态合金催化；
4. 了解纳米结构的测试仪器，理解扫描隧道显微镜的基本原理；
5. 了解纳米科技应用的新思路，理解纳米材料发展动向。

课堂教学应力求使学生弄清基本概念，熟练掌握基本内容。在了解基本概念的基础上，应当结合专业特点，理论联系实践。

四、大纲说明

本大纲适用于地质学本科专业。教学总时数为 48 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注重培养学生在交叉学科和创新能力等方面的综合能力。

五、教学参考书

- [1] 张志赬 崔作林. 纳米材料与纳米技术 [M]. 北京：国防工业出版社，2000 年.
- [2] 许并社等. 纳米材料及应用技术 [M]. 北京：化学工业出版社，2004 年.
- [3] 丁秉钧. 纳米材料 [M]. 北京：机械工业出版社，2004 年.
- [4] 周瑞发. 纳米材料技术 [M]. 北京：国防工业出版社，2003 年.

六、学习网站

- [1] 纳米材料与纳米技术，长春理工大学精品课程，网址：<http://resource.jingpinke.com/details>

自动控制技术 B

课程名称：自动控制技术 B（Technology of Automatic Control B）

课程编码：152129

学 分：3 学分

总 学 时：48 学时，其中，**理论学时**：40 学时；**实验学时**：8 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、模拟电子技术、电路分析基础等。

执 笔 人：杨旭辉

审 订 人：朱清祥

一、课程的性质、目的与任务

本课程是以原理为主的理论性课程；主要从数学模型出发，讲述自动控制基本原理和控制系统分析与设计的基本方法。通过本课程的学习，使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论，掌握一套较完整的分析，设计系统方法。

二、理论教学基本要求

1. 理解自动控制、反馈等概念；掌握自动控制系统的基本要求和系统的组成。
2. 掌握简单过程机理模型的建立方法；掌握方框图的等效简化。理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念；
3. 掌握劳斯判据、稳态误差计算方法；掌握一、二阶系统阶跃响应计算方法；

- 4.掌握绘制根轨迹的基本规则；了解闭环极点，零点分布和控制系统性能指标之间的关系。
- 5.理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系；掌握用频率特性的方法来分析系统的稳定性，以及相对稳定性；掌握开环频率特性与控制系统性能指标间的关系。
- 6.了解系统为什么需要校正，校正方法的分类；掌握超前、滞后、滞后——超前校正对系统校正的方法和流程；了解按系统的期望频率特性进行校正的方法；
- 7.掌握离散控制系统概念及分析与校正的基本方法。

三、理论教学内容与学时分配

第一章 绪论	(2 学时)
第一节 本课程的内容、性质和任务	
第二节 控制的基本方式	
第二章 自动控制系统的数学模型	(6 学时)
第一节 控制系统微分方程的编写	
第二节 自动控制系统的传递函数	
第三节 控制系统的结构图及其等效变换	
第三章 自动控制系统的时域分析	(6 学时)
第一节 典型输入信号和阶跃响应性能指标	
第二节 稳定性和代数稳定判据	
第三节 稳态误差分析	
第四章 根轨迹分析法	(6 学时)
第一节 根轨迹的基本概念	
第二节 控制系统根轨迹的绘制	
第三节 控制系统的根轨迹法分析	
第五章 频率特性分析法	(6 学时)
第一节 系统频率特性的基本概念及画法	
第二节 奈奎斯特稳定判据及稳定裕度	
第三节 利用频率特性分析系统的性能指标	
第六章 自动控制系统的校正	(8 学时)
第一节 控制系统校正的基本概念	
第二节 串联校正装置的根轨迹法设计	
第三节 频率法校正	
第七章 离散控制系统	(6 学时)
第一节 离散系统的基本概念	
第二节 信号采样与保持	
第三节 Z 变换理论	
第四节 离散系统数学模型与分析	
第五节 离散控制系统数字校正	
三、实验内容与学时分配	
实验一、典型系统瞬态响应和稳定性	(2 学时)
实验二、控制系统的频率特性研究	(2 学时)
实验三、系统校正	(2 学时)
实验四、采样系统分析	(2 学时)

四、大纲说明

- 1、本课程理论性较强、内容广泛且抽象。开设了实验课，以便于学生对所学内容的理解和掌握。
- 2、每个知识点都要讲解相应的应用示例。

- 3、每章要安排相应的练习题。
- 4、课程学时偏少，关于用 Matlab 进行控制系统辅助分析设计的方法，可安排学生课后自学。
- 五、教学参考书**

- [1] 吴怀宇，自动控制原理[M]，武汉：华中科技大学出版社，2012 年。
- [2] 胡寿松，自动控制原理[M]，北京：科学出版社，2007 年。
- [3] 卢京潮，自动控制原理[M]，北京：清华大学出版社，2013 年。

薄膜材料与技术

课程名称：薄膜材料与技术（Thin-film Materials and Technology）

课程编码：082128

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：40 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：固体物理

执 笔 人：郁春潮

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

本课程是高等学校光电信息科学与工程专业的专业选修课。本课程较全面地介绍了薄膜材料的制备及特性，论述了薄膜材料与薄膜技术的基本原理和基本知识。其中重点介绍了薄膜材料的真空制备技术、薄膜的化学制备和物理气相沉积方法、薄膜的形成和生长原理、薄膜表征，并对目前广泛研究和应用的几种薄膜材料进行介绍、评述和展望。

本课程的目的和任务是：通过本课程的学习使学生掌握一些薄膜物理的基本知识及基本的薄膜制备技术，同时了解该领域内当前的一些前沿研究进展和应用，开阔眼界，为后续相关课程的学习及日后学生从事材料制备及应用工作奠定基础。

二、教学内容与学时分配

第一章 真空技术基础 (4 学时)

本章重点：真空的获得；真空的测量。

第一节 真空的基本知识

第二节 真空的获得

第三节 真空的测量

第二章 薄膜制备的化学方法 (8 学时)

本章重点：化学气相沉积制备薄膜的原理和相应设备。

本章难点：化学气相沉积制备薄膜。

第一节 热氧化生长

第二节 化学气相沉积

第三节 电镀

第四节 化学镀

第五节 阳极反应沉积

第六节 LB 技术

第三章 薄膜制备的物理方法 (6 学时)

本章重点：薄膜制备的各种物理方法。

本章难点：薄膜制备外延生长方法。

第一节 真空蒸发

第二节 溅射

第三节 离子束和离子助

第四节 外延生长

第四章 薄膜的形成与生长 (6 学时)

本章重点：薄膜的生长模式及生长过程中沉积参数的影响。

本章难点：远离平衡态薄膜生长。

第一节 形核

第二节 生长过程

第三节 薄膜的生长模式

第四节 远离平衡态薄膜生长

第五章 薄膜表征 (8 学时)

本章重点：评价表征薄膜特性的各种相关技术和输出信号意义。

本章难点：薄膜应力表征。

第一节 薄膜厚度控制及测量

第二节 组分表征

第三节 薄膜的结构表征

第四节 原子化学键合表征

第五节 薄膜应力表征

章 薄膜材料 (8 学时)

本章重点：实际中应用较多薄膜的制备方法和应用前景。

本章难点：纳米薄膜材料

第一节 超硬薄膜材料

第二节 智能薄膜材料

第三节 纳米薄膜材料

第四节 石墨片二维薄膜材料

第五节 磁性氮化铁薄膜材料

第六节 巨磁阻锰氧化物薄膜材料

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解和掌握薄膜的定义、分类、特殊性和重要性。
2. 掌握与薄膜制备和研究相关的真空基础知识。
3. 掌握薄膜材料的制备方法及其原理。
4. 掌握薄膜的成核及生长理论。
5. 掌握薄膜的厚度、结构、成分、原子化学键合、应力和附着力的表征分析方法。
6. 了解薄膜材料的性质及应用。

四、大纲说明

本大纲适用于光电信息科学与工程专业。本课程宜安排在学生学完光学、电子技术等有关基础课程之后的第三学年下学期。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。在教学中采用多媒体与板书相结合的授课方式，注意结合教学内容适量安排习题，要求学生及时、独立完成，以达到巩固所学内容的目的，同时培养学生的理论分析问题

的能力。

五、教学参考书

[1]郑伟涛等编著. 薄膜材料与薄膜技术(第二版) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008 年.

半导体照明技术 B

课程名称: 半导体照明技术 B (Semiconductor Lighting Technology B)

课程编码: 082111

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, 理论学时: 32 学时, 实验学时: 8 学时

适用专业: 应用物理学

先修课程: 应用光学、电子技术、半导体物理

执 笔 人: 徐益平

审 订 人: 李 松

一、课程的性质、目的与任务

半导体照明技术是应用物理学专业的一门专业选修课, 是 LED 照明人才培养的重要课程。本课程在介绍半导体照明器件——发光二极管的材料、机理及其制造技术的同时, 详细讲解了器件的光电参数测试方法, 器件的可靠性分析、驱动和控制方法, 以及各种半导体照明的应用技术。本课程内容系统、全面, 通过理论联系实际, 重点突出了“半导体照明”主题, 反映了国内外最新的应用技术。

本课程的任务是使学生掌握以 LED 器件的原理、特性、结构、驱动方式及应用等方面知识, 进一步为照明技术的应用打下良好基础。

二、教学内容与学时分配

第一章 视觉颜色及光源 (2 学时)

本章重点和难点: 颜色和光源的概念

第一节 光、视觉及颜色

第二节 光源

第二章 半导体发光材料晶体导论 (2 学时)

本章重点和难点: 晶体能带结构; 半导体晶体材料的电学性质

第一节 能带结构

第二节 半导体晶体材料的电学性质

第三节 半导体发光材料的条件

第三章 半导体的激发与发光 (2 学时)

本章重点和难点: 半导体发光原理

第一节 PN 结及其特性

第二节 注入载流子的复合

第三节 辐射与非辐射复合之间的竞争

第四节 异质结构和量子阱

第四章 半导体照明光源的发展和特征参量 (4 学时)

本章重点和难点: 晶体材料生长方法; LED 特征参量

第一节 发光二极管的发展	
第二节 发光二极管材料生长方法	
第三节 高亮度发光二极管芯片结构	
第四节 照明用 LED 的特征参数和要求	
第五章 LED 芯片制造技术	(4 学时)
本章重点和难点: LED 芯片制造方法; 白光 LED 原理及制造方法	
第一节 光刻技术	
第二节 氮化硅生长	
第三节 扩散	
第四节 欧姆接触电极	
第五节 ITO 透明电极	
第六节 表面粗化	
第七节 光子晶体	
第八节 激光剥离(LaserLift-off, LLO)	
第九节 倒装芯片技术	
第十节 垂直结构芯片技术	
第十一节 芯片的切割	
第十二节 人造白光的最佳化	
第十三节 荧光粉转换白光 LED	
第十四节 多芯片白光 LED	
LED 封装技术	
本章重点和难点: LED 封装方法	(2 学时)
第一节 LED 器件的设计	
第二节 LED 封装技术	
第七章 发光二极管的测试	(4 学时)
本章重点和难点: LED 光学、电学、热学参数测量	
第一节 电学参数	
光电特性参数——光电响应特性	
光度学参数	
色度学参数	
热学参数(结温、热阻)	
静电耐受性	
第八章 发光二极管的可靠性	(4 学时)
本章重点和难点: LED 可靠性概念; 可靠性实试验	
第一节 LED 可靠性概念	
第二节 LED 的失效分析	
第三节 可靠性试验	
第四节 寿命试验	
第五节 可靠性筛选	
第六节 例行试验和鉴定验收试验	
第九章 半导体照明驱动和控制	(4 学时)
本章重点和难点: LED 驱动电路; LED 控制技术	
第一节 LED 驱动技术	
第二节 LED 驱动器	

第三节 集成驱动电路

第四节 控制技术

第十章 半导体照明应用

(4 学时)

本章重点和难点：半导体照明应用产品开发原则

第一节 半导体照明应用产品开发原则

第二节 LED 显示屏

第三节 交通信号灯

第四节 景观照明

第五节 手机应用

第六节 汽车用灯

第七节 微型投影机

第八节 通用照明

第九节 光源效率和照明系统整体效率

实验一 LED 光电特性综合实验

(3 学时)

1. 目的要求

掌握 LED 的光学、电学参数测量方法。

2. 方法原理

具体见《2015 光电特性与色度学实验指导书 1023》书相关部分。

3. 主要实验仪器及材料

光电特性与色度学综合实验平台、LED 特性测试模块、示波器、LED。

4. 掌握要点

LED 各项光电参数的测量。

5. 实验内容

(1) 测量 LED 的正向特性；

(2) 测量 LED 的角度特性；

(3) 测量 LED 的时间响应特性。

实验二 LED 色度学综合实验

(2 学时)

1. 目的要求

掌握 LED 色度学参数测量方法。

2. 方法原理

具体见《2015 光电特性与色度学实验指导书 1023》书相关部分。

3. 主要实验仪器及材料

光电特性与色度学综合实验平台、数字光谱仪、积分球、LED。

4. 掌握要点

LED 光谱及色坐标的测量。

5. 实验内容

(1) LED 的配色；

(2) 测量 LED 的光谱及色坐标。

实验三 LED 显示应用综合实验

(3 学时)

1. 目的要求

认识 LED 各种封装类型，掌握其驱动方法及 LED 各种显示器件原理。

2. 方法原理

具体见《光电器件和光电技术综合设计平台（显示光电子综合实验仪）》书相关部分。

3. 主要实验仪器及材料

LED 显示应用综合实验仪。

4. 掌握要点

掌握 LED 封装类型、驱动方法，LED 流水灯、数码管、点阵显示原理。

5. 实验内容：

- (1) 各种 LED 相关器件的认识；
- (2) LED 电压驱动实验；
- (3) LED 恒流驱动实验；
- (4) LED 恒流源+PWM 驱动实验；
- (5) 三基色 LED 驱动实验；
- (6) 红外线无线通信实验；
- (7) 流水灯 LED 扫描驱动（动态）实验；
- (8) 数码管驱动实验；
- (9) 点阵 LED 动态扫描控制实验；
- (10) LED 照明实验；

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解光源与颜色的概念、半导体发光材料基本知识；
2. 了解半导体的激发与发光原理；
3. 掌握半导体照明光源的特征参量、晶体材料生长及发光二极管制作封装方法；
4. 掌握发光二极管的测试、可靠性和驱动控制；
5. 了解半导体照明的应用。

课堂教学应力求使学生弄清基本概念，熟练掌握发光二极管制作测试方法。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生的实际应用能力。

五、教学参考书

- [1] 方志烈. 半导体照明技术 [M]. 北京：电子工业出版社，2009 年.
- [2] 于涛. 新型半导体照明技术手册 [M]. 北京：中国知识出版社，2009 年.

六、教学方式及考核

教学方式：多媒体教学。结合大量应用实例，对各种实际问题展开深入的讨论，充分激发学生的思考力，提高学生分析和解决问题的能力。

考核方式：考查。学期总成绩包括平时成绩和课程结业作业两部分组成。平时成绩包括平时记录的出勤情况、课堂提问、课后作业等，占 20%；课程结业作业占 80%。

氢能与新型能源动力系统

课程名称：氢能与新型能源动力系统（Hydrogen energy and new energy power system）

课程编码：082090

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：40 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：大学物理 A

执 笔 人：蒋 龙

审 订 人：李 松

一、课程的性质、目的与任务

氢能与新型能源动力系统课程主要介绍了解氢能作为一门新型学科的优点，紧密围绕新能源交叉学科的特点，强调化学、化工、物理、材料等相关学科的基础知识，使学生从多个角度学习，全面掌握氢能领域相关知识。在此基础上，掌握氢能相关新型能源动力系统的设计及工作原理，探索复合创新型人才培养的改革与实践。

本课程的主要任务是：熟悉氢能利用的历史背景，掌握氢的基本性质、氢的状态方程及其热力学性质以及氢作为能源使用的内在依据；了解各类分解水制氢、化石能源制氢、生物质制氢及生物制氢的工艺特点、相关材料及基本原理；了解各类典型的物理、化学法储氢的方法原理；了解氢的安全评价，危险来源，保安措施及氢气纯化方法及液氢输送与加注，输氢管道材料设计及输氢成本分析方法；了解氢能系统概念，氢能系统的评价标准和各类太阳能-氢能系统的设计方法及基本原理；熟悉和了解氢燃料电池、氢内燃机、氢燃料电池电站等新型能源动力系统的设计方法及其基本原理。

教学内容与学时分配

绪论 (2 学时)

第一章 氢的基本性质及利用依据 (2 学时)

重点和难点：氢的状态广泛及其热力学性质；氢的基本性质。

第一节 氢的原子结构、分子结构及其物理化学性质

第二节 氢的状态方程及其热力学性质

第三节 氢作为能源使用的依据

第二章 传统氢能的利用 (2 学时)

本章重点和难点：氢能发电；氢核聚变能的利用。

第一节 氢核聚变能的利用

第二节 宇航推进

第三节 车船动力

第四节 氢能发电

第三章 化石能源制氢 (2 学时)

本章重点和难点：几种化石能源制氢的方法；制氢原理。

第一节 煤制氢

第二节 气体原料制氢

第三节 液体化石能源制氢

第四节 其它化石能源制氢方法

第四章 分解水制氢 (4 学时)

本章重点和难点：几种常用的分解水制氢方法；水解原理。

第一节 电解水制氢

第二节 光电化学制氢

第三节 高温热解水制氢

第四节 热化学循环制氢

第五节 其它分解水制氢方法

第五章 生物质制氢 (2 学时)

本章重点和难点：生物质制氢技术；生物质制氢原理。

第一节 微生物转化技术

第二节 热化工转化技术	
第三节 催化重整生物质制氢	
第六章 氢的纯化	(4 学时)
本章重点和难点：氢的提纯方法；提纯方法的原理。	
第一节 氢气中的杂质及使用标准	
第二节 氢的实验室纯化方法	
第三节 氢的工业纯化方法	
第七章 氢的储存	(4 学时)
本章重点和难点：氢的储存方法；各种储氢原理。	
第一节 气氢高压储存	
第二节 深冷液化储存	
第三节 金属氢化物储存	
第四节 非金属氢化物储存	
第五节 新型储氢技术	
第八章 氢的输送及加注	(4 学时)
本章重点和难点：氢的输送及加注方法；输送及加注的原理。	
第一节 液氢储罐及压力容器	
第二节 气氢及液氢管道输送	
第三节 有机化合物输氢管道	
第四节 加氢站结构及主要设备	
第五节 加氢站安全	
第九章 氢燃料电池	(4 学时)
本章重点和难点：常见的燃料电池；燃料电池的工作原理。	
第一节 燃料电池基本原理	
第二节 直接甲醇燃料电池	
第三节 固体氧化物燃料电池	
第四节 质子交换膜燃料电池	
第五节 燃料电池系统	
第十章 氢内燃机	(4 学时)
本章重点和难点：氢内燃机的工作原理；氢内燃机的工作原理。	
第一节 氢内燃机基本概念	
第二节 纯氢内燃机	
第三节 氢混合燃料	
第四节 各种内燃机燃料对比	
第十一章 太阳能-氢能系统	(2 学时)
本章重点和难点：太阳能氢能系统的科学性和经济性；太阳能制氢原理。	
第一节 太阳能光化学制氢	
第二节 太阳能热化学制氢	
第三节 太阳能-氢能系统设计	
第四节 太阳能氢能系统的科学性和经济性	
第十二章 氢的安全	(2 学时)
本章重点和难点：氢的安全与防护技术；防护技术原理。	
第一节 高压氢气的安全	
第二节 液氢的安全	

第三节 氢的安全排放技术

第四节 氢的安全处理与防护

第十三章 氢经济

(2 学时)

本章重点和难点：中国氢能路线图；中国氢能路线图。

第一节 氢能对我国经济结构的影响

第二节 中国氢能路线图

第三节 未来我国氢能经济预测

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 着重理解和掌握基本概念并提高在实际科研和生产实践中对所学理论和方法的应用能力；
2. 掌握交叉学科化学、化工、材料、物理、生物等多个学科的相关知识；
3. 理解氢能与当前新能源领域发展的最前沿紧密结合，掌握探索和发现相应的工艺方法及两者之间的内在关系；
4. 掌握寻找优良的替代能源方法以及这一过程中需要解决的一系列科学技术及经济性问题。

四、大纲说明

本大纲适用于理工科本科专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生理论联系实际和独立思考的能力。

五、教学参考书

- [1] 陈丹之. 氢能 [M]. 陕西：西安交通大学出版社，1990 年.
- [2] 毛宗强. 氢能-21 世纪的绿色能源 [M]. 北京：化学工业出版社，2005 年.
- [3] 孙艳. 氢燃料 [M]. 北京：化学工业出版社，2005 年.
- [4] 何国庚. 能源动力装置基础 [M]. 北京：中国电力出版社，2008 年.

六、学习网站

- [1] 氢能与新型能源动力系统，网址：

<http://newenergy.xjtu.edu.cn/courses/hydrogen/%E9%A6%96%E9%A1%B5>

储能材料与技术

课程名称：储能材料与技术（Energy storage materials and technology）

课程编码：082088

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：40 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：材料科学基础、大学物理

执 笔 人：蒋 龙

审 订 人：李 松

一、课程的性质、目的与任务

储能材料与技术介绍了一种新型能量转换与储存技术，阐述了能量储存的基本原理、热力学基础，储能材料的性能要求、选配方法及热物性测定。通过对电能、机械能、热能、化学能和水合物储能技术原理和技术特点进行介绍，着重对一些成熟技术如冰蓄冷空调技术、电能储能技术、蓄热

供暖技术、气体水合物储能技术、化学能储存技术及其应用进行了论述。本课程的主要目的是让学生熟悉和掌握储能技术的主要研究与应用领域，包括日常生活、建筑节能和新能源技术开发及交通等领域。

教学内容与学时分配

第一章 绪论

(4 学时)

本章重点和难点：储能体系的评价和挑战；储能技术及应用。

第一节 气候变化与能源效率

第二节 储能技术及其应用

1.2.1 什么是储能

1.2.2 什么是储能技术

1.2.3 能量储存方法

1.2.4 储能系统的评价指标

1.2.5 储能技术的应用

第三节 储能技术发展状况与展望

1.3.1 储能技术发展的历史

1.3.2 储能技术发展的前景

1.3.3 储能技术面临的挑战

1.3.4 需要研究的课题

第二章 储能技术原理

(6 学时)

本章重点和难点：各种储能技术原理；各种储能技术原理。

第一节 能量转换原理

2.1.1 能量的基本转换过程

2.1.2 热力学基本定律

2.1.3 热力学第二定律

第二节 热机的原理

第三节 机械能储存技术

第四节 热能储存技术

第五节 化学能储存技术

第六节 电能储存技术

第七节 气体水合物储能技术

第三章 储能材料的基本特性

(8 学时)

本章重点和难点：储能材料的基本特性；焓的定义及理解。

第一节 相变的焓差

第二节 相平衡特性

第三节 相变过程的特性

第四节 气体水合物的特性

第五节 水的特性

第六节 冰的特性

第七节 水合盐的特性

第八节 高分子储能材料的特性

第九节 储能材料的热物性及测定方法

第十节 储能材料的遴选原则

第十一节 常用材料的储能特性对比

第四章 冰蓄冷空调技术及其应用

(6 学时)

本章重点和难点：冰蓄冷空调技术及应用；冰蓄冷空调技术的原理。

第一节 发展蓄冷空调的效益分析

4.1.1 社会效益

4.1.2 经济效益

第二节 空调蓄冷方式及其技术

4.2.1 水蓄冷

4.2.2 冰蓄冷

4.2.3 共晶盐蓄冷

第三节 空调蓄冷系统运行方式

4.3.1 水蓄冷系统

4.3.2 冰蓄冷系统

第四节 蓄冷空调系统设计方法

4.4.1 典型设计日空调冷负荷

4.4.2 蓄冰装置的形式选择

4.4.3 确定蓄冰系统的形式和运行策略

4.4.4 确定制冷主机和蓄冰装置的容量

4.4.5 选择其他配套设备

4.4.6 蓄冷空调工程实例简介

蓄冷空调发展

第五章 电能储存技术及应用

(6 学时)

本章重点和难点：抽水蓄能电站技术的应用；抽水蓄能电站的工作原理。

第一节 概述

第二节 抽水蓄能的应用

5.2.1 抽水蓄能电站的工作原理

5.2.2 抽水蓄能电站的类型

5.2.3 抽水蓄能电站的组成部分

5.2.4 抽水蓄能电站在电力系统中的作用

5.2.5 近年国内抽水蓄能电站发展状况

第三节 超导储电能技术的应用

5.3.1 超导磁储能技术

5.3.2 超导磁悬浮飞轮储能技术

第四节 电容器储能技术的应用

5.4.1 电容器储能原理

5.4.2 箔式结构脉冲电容器

5.4.3 自愈式高能储能密度电容器

5.4.4 高能储能密度电容器的发展趋势

第五节 压缩空气储电技术的应用

5.5.1 压缩空气储电技术简介

5.5.2 利用压缩空气储存电能的原理

5.5.3 压缩空气储能技术的发展现状

第六章 热能储存技术的应用

(6 学时)

本章重点和难点：热能储存技术的应用；蓄热式电锅炉的设计计算。

第一节 热的传递方式

第二节 热能储存方式

6.2.1 显热储存

6.2.2 潜热储能

6.2.3 化学反应热储存

第三节 蓄热技术的应用

6.3.1 太阳能热储存

6.3.2 电力调峰及电热余热储存

6.3.3 工业加热及热能储存

6.3.4 氮化物发光材料

第四节 蓄热技术的应用

6.4.1 水蓄热

6.4.2 冰蓄热

6.4.3 蒸汽蓄热

6.4.4 相变材料蓄热

第五节 蓄热系统用于北方供暖

6.4.1 蓄热式电锅炉

6.4.2 推广应用蓄热式电锅炉的意义

6.4.3 蓄热式电锅炉的设计计算实例

第七章 气体水合物储能技术及其应用

(4 学时)

本章重点和难点：气体水合物储能技术及其应用；气体水合物储能技术及其应用。

第一节 概述

第二节 气体水合物的性质

7.2.1 气体水合物的定义

7.2.2 气体水合物的物理性质

第三节 气体水合物蓄冷现状

第四节 气体水合物蓄冷工质的选择

7.4.1 相变储能材料在建筑节能中的应用

7.4.2 相变储能材料在太阳能中的应用

第五节 气体水合物相平衡

7.5.1 气体水合物相平衡实验

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解能量转换与储存技术是一种新型节能技术；
2. 系统理解能量储存的基本原理、热力学基础，储能材料的性能要求、选配方法及热物性测定；
3. 理解电能、机械能、热能、化学能和水合物储能技术原理和技术特点，熟练掌握各种储能装置的工作原理及主要特征；
4. 掌握一些成熟技术如冰蓄冷空调技术、电能储能技术、蓄热供暖技术、气体水合物储能技术、化学能储存技术及其应用；

四、大纲说明

本大纲适用于理工科本科专业。教学总时数为 48 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生理论联系实际和独立思考的能力。

五、教学参考书

[1] 樊栓狮. 储能材料与技术 [M]. 北京：化学工业出版社，2004 年.

[2] 苏 伟. 化学储能技术及其在电力系统中的应用 [M]. 北京：科学出版社，2013 年.

[3] 布鲁奈特. 国际电气工程先进技术译丛：储能技术 [M]. 北京：机械工业出版社，2013

年.

六、学习网站

[1] 中国储能网, 网址: <http://www.es.cn.com.cn/news/94.html>

发光材料及应用

课程名称: 发光材料及应用 (Luminescent Materials and Applications)

课程编码: 082050

学 分: 2 分

总 学 时: 32 学时, 其中, 理论学时: 32 学时

适用专业: 应用物理学

先修课程: 量子力学、固体物理

执 笔 人: 高书芳

审 订 人: 李松

一、课程的性质、目的与任务

《发光材料及应用》属于学科专业选修课。

发光材料及应用是物理学、应用物理学本科各专业的一门专业选修课。要求学生通过学习发光的基本理论和知识, 掌握各种发光材料在发光现象中所包含基本物理过程的和重要规律, 了解发光材料的组成、结构、性质、制备、表征、测量、分析的基本方法。并且对发光材料在照明、显示和探测等领域应用和发展有较深入的了解。

二、教学内容与学时分配

第一章 发光的定义及分类 (2 学时)

第一节 发光的概念

第二节 发光的分类

本章要求: 实记发光的分类

第二章 基本物理过程及现象 (4 学时)

第一节 光的吸收、反射及折射

第二节 Einstein 关系和 Einstein 自发辐射系数

第三节 谱线的宽度和线形

第四节 相干瞬态过程

第五节 量子化的辐射场与原子的相互作用

第六节 电子-声子耦合

第七节 能量传递

第八节 光学非线性

本章要求: 一、掌握光的吸收、反射及折射; 掌握 Einstein 关系。二、掌握谱线线型及宽度; 了解相干瞬态过程、辐射场量子化。三、掌握电子-声子耦合、能量传递; 了解光学非线性效应

第三章 半导体的发光 (4 学时)

第一节 能带模型、直接带与间接带

第二节 杂质与缺陷

第三节 电学性质，P 型与 n 型导电性

第四节 直接跃迁与间接跃迁

第五节 发光中心及缺陷

第六节 复合发光及其衰减规律

第七节 激子发光

第八节 施主-受主对发光

第九节 等电子中心发光

第十节 高激发密度下的发光

第十一节 p-n 结发光

第十二节 单注入与双注入式发光

本章要求：一、了解能带模型（直接带与间接带）；掌握杂质与缺陷；了解 p-n 结电学性质；掌握直接跃迁与间接跃迁。二、了解发光中心及缺陷；掌握复合发光及其衰减规律。三、了解激子发光、施主-受主对发光、等电子中心发光、p-n 结发光。

第四章 分立中心的发光 (4 学时)

第一节 群论在分立中心研究中的应用

第二节 稀土离子的能级和跃迁

第三节 过渡金属离子的能级结构

第四节 其它分离发光中心的能级结构

第五节 分立中心的发光过程

第六节 上转换发光

第七节 量子剪裁

本章重点和难点：一、掌握能级在低对称下的劈裂、选择定则、状态混杂，了解能级结构的计算。二、了解稀土离子的能级和跃迁；了解过渡金属离子的能级结构；了解其他分立发光中心的能级结构。三、掌握分立发光中心的发光过程、上转换发光、量子剪裁。

第五章 特殊结构物质的发光 (2 学时)

第一节 半导体超晶格和量子阱的发光

第二节 半导体量子线和量子点的发光

第三节 多孔硅的发光

第四节 非晶态半导体的发光

本章要求：一、了解半导体超晶格和量子阱的发光、半导体量子线和量子点的发光。二、了解多孔硅的发光、非晶态半导体的发光

第六章 发光动力学问题的计算机模拟 (2 学时)

第一节 随机变量的模拟

第二节 发光的模拟

第三节 能量传递过程的模拟

第四节 相干瞬态现象的模拟

本章要求：一、了解随机变量的模拟、发光的模拟。二、了解能量传递过程的模拟、相干瞬态现象的模拟。

第七章 发光在照明和其他光源中的应用 (2 学时)

第一节 灯用发光材料和辐射光源

第二节 荧光灯

第三节 高压汞荧光灯

第四节 金属卤化物灯和钠灯

第五节 荧光灯用发光材料

第六节 高压汞灯用发光材料

第七节 弱光源

第八节 白光发光二极管

本章要求：一、了解灯用发光材料和辐射光源、荧光灯。二、了解高压汞荧光灯、金属卤化物灯和钠灯。三、了解荧光灯用发光材料、高压汞灯用发光材料。四、了解弱光源、白光发光二极管

第八章 显示技术

(1 学时)

第一节 阴极射线发光

第二节 光致发光等离子体显示

第三节 注入发光

第四节 电致发光

第五节 矩阵多像元显示的驱动及控制

本章要求：一、了解阴极射线发光、光致发光等离子体显示。二、了解注入发光、电致发光、矩阵多像元显示的驱动及控制

第九章 发光在探测中的应用

(1 学时)

第一节 x 射线和物质的作用

第二节 医学 x 射线影像探测

第三节 x 射线发光材料

第四节 计算 x 射线影像

第五节 x 射线无损检测

第六节 热释光剂量探测

第七节 电离辐射荧光探测

本章要求：一、了解 x 射线和物质的作用、医学 x 射线影像探测。二、了解 x 射线发光材料、计算 x 射线影像、x 射线无损检测。三、掌握热释光剂量探测、电离辐射荧光探测

第十章 主要发光材料

(2 学时)

第一节 基质

第二节 发光中心

本章要求：了解基质、发光中心

第十一章 发光材料的制备

(2 学时)

第一节 原材料的制备和提纯

第二节 发光材料粉体的制备

第三节 其他高温制备发光材料粉体的方法

第四节 溶液法制备发光材料

第五节 纳米发光材料的制备

第六节 发光材料的优化和新发光材料的探索

本章要求：一、掌握原材料的制备和提纯、发光材料粉体的制备及其他高温制备发光材料粉体的方法。二、掌握溶液法制备发光材料、纳米发光材料的制备。三、了解发光材料的优化和新发光材料的探索

第十二章 发光材料的表征及测量技术

(2 学时)

第一节 光致荧光光谱的测量

第二节 时间分辨

第三节 形貌测量

本章要求：掌握光致荧光光谱的测量、时间分辨、形貌测量

第十三章 视觉与颜色

(1 学时)

第一节 视觉

第二节 颜色及 CIE 表色系统

第三节 色温、相关色温和光色

第四节 显色指数

本章要求：一、了解视觉及其形成过程；了解三基色原理及 CIE 表色系统。二、掌握色温、相关色温和光色，了解显色指数

第十四章 发光分析

(2 学时)

第一节 荧光分析法的原理及应用

第二节 稀土元素发光分析

第三节 化学（生物）发光原理及其应用

本章要求：一、了解荧光分析法的原理及应用。二、了解稀土元素发光分析。三、了解化学（生物）发光原理及其应用

第十五章 同步辐射原理与应用简介

(1 学时)

第一节 同步辐射原理

第二节 同步辐射应用研究

本章要求：了解同步辐射原理及其应用

三、教学基本要求

本课程通过通过发光材料及应用的教学，使学生了解发光的定义及分类、掌握发光基本物理过程及现象，对半导体发光、分立中心发光、特殊结构物质的发光有所了解，了解发光在照明、光源、显示、探测领域的应用，了解发光材料制备、表征、测量、分析的基本方法。课堂教学应要求学生弄清基本概念，熟练掌握基本原理。在了解基本概念的基础上，应当结合专业特点，理论联系实践，引导学生学习发光材料的制备与检测。

四、大纲说明

本大纲适用于物理类本科各专业。教学总时数为 32 学时，课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。本课程宜安排在学生学完量子力学和固体物理课程以后。

五、教学参考书

- [1] 徐叙瑒、苏勉曾. 发光学与发光材料[M]. 北京：化学工业出版社，2004 年.
- [2] 孙家跃. 固体发光材料[M]. 北京：化学工业出版社，2003 年.
- [3] 祁康成. 发光原理与发光材料[M]. 北京：电子科技大学出版社，2011 年.
- [4] 李建宇. 稀土发光材料及其应用[M]. 北京：化学工业出版社，2003 年.

六、学习网站

[1] 精品开放课程共享系统- 爱课程

网址：http://www.icourses.cn/coursestatic/course_6043.html

专业英语

课程名称：专业英语（Professional English of Physics）

课程编码：082003

学 分：2 分

总学时：32 学时，其中，理论学时：32 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：大学物理

执笔人：李松

审订人：肖循

课程的性质、目的与任务

专业英语属于专业选修课，适用于应用物理专业（新能源材料与技术方向）学生。

材料物理是物理学与材料科学的一个交叉学科，是材料科学的重要分支。由于该行业技术革新迅速，因此通过英文论文和资料等了解该行业的最新进展等十分必要。

通过本课程的学习，使学生掌握有关物理专业英语词汇，具备一定阅读英文书籍、资料、文献的能力，能够用英文读、写科技论文；使学生具有理论紧密联系实际的能力，训练学生的科学思维和分析、解决问题的能力，培养具有国际视野，具有国际竞争力的高素质专业人才。

教学内容与学时分配

Part One Modern Physics (6 periods)

1. Introduction
2. Invariance of Physical Laws
3. Spacetime Diagrams
4. The Doppler Effect

Part Two Basis of Materials Science (4 periods)

1. Introduction
2. Materials Science and Engineering
3. Classification of Materials

Part Three Vacuum Technology (4 periods)

1. Pressure Ranges and Vacuum Pumps
2. Vacuum Seals and Pressure Measurement

Part Three Devices Fabrication Process (8 periods)

1. Introduction
2. Ion implantation
3. Photolithography
4. Etch

Part Four Reading Practice (6 periods)

1. Paper
2. Patent
3. Manual Guide

Part Five Writing (4 periods)

1. Preparation and Plan
2. The Structure of the Presentation
3. Tricks
4. Exercise

教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

掌握专业英语词汇及其使用方法；

通过英文论文和参考资料了解该行业的最新进展；

具备进行学术英语写作以及学术英语交流的能力。

大纲说明

本大纲教学总时数为 32 学时，均为理论学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。

本课程宜安排在学生学完各专业课程之后的第四学年上学期进行。

教学参考书

[1] 毛样武. 材料物理科技英语[M]. 北京：知识产权出版社，2015 年.

[2] 孙江宏等. 物理专业科技英语[M]. 西安：陕西师范大学出版社，2014 年.

信号与系统 B

课程名称：信号与系统 B （Signals and Systems B）

课程编码：152127

学 分：3.5 分

总 学 时：56 学时，其中，理论学时：44 学时，实验学时：12 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、线性代数、电路分析

执 笔 人：李 林

审 订 人：郑春艳

一、课程的性质、目的与任务

《信号与系统》是应用物理学专业的选修课，是一门重要的技术基础课程。是通信原理、自动控制原理、数字信号处理等课程的先修课程。

本课程的教学目的是让学生掌握信号和线性系统分析的基本理论、基本原理和方法，能够在后续课程的学习和工作中灵活应用这些方法解决学生遇到的问题。

《信号与系统》的任务是，通过本课程的学习，培养学生的抽象思维能力，提高分析问题、解决问题的能力，为进一步研究通信理论、信号处理和信号检测等内容奠定必要的基础。

二、教学内容与学时分配

第 1 章 信号与系统的概念 (6 学时)

本章重点和难点：功率信号和能量信号的概念，以及信号功率的计算、信号能量的计算。冲激函数的定义及三个重要性质。冲激偶的定义以及它的性质。带跳变点的分段信号的导数波形、积分波形。信号的三种波形变换：平移、反折、尺度变换。判别系统的线性性、时变性、因果性的方法。

第 1 节 信号的概念

第 2 节 基本连续信号

第 3 节 冲激函数

第 4 节 信号的运算

第 5 节 信号的时域分解

第 6 节 系统的概念

第 7 节 系统的性质

第 8 节 系统举例

第 2 章 连续系统的时域分析 (6 学时)

本章重点和难点：连续系统微分方程的建立，微分方程的经典法及其解的基本特点。冲激响应、阶跃响应的概念及其求解方法。卷积积分的概念，卷积的图解法。卷积在系统分析中的应用。

第1节 系统模型的建立

第2节 微分方程的经典解法

第3节 零输入响应和零状态响应

第4节 冲激响应和阶跃响应

第5节 卷积

第6节 系统的互联

第7节 相关及其应用

第8节 卷积与变换法

第3章 连续系统的拉普拉斯变换分析

(18 学时)

本章重点和难点：单边拉普拉斯变换及其重要性质。拉普拉斯反变换的部分分式展开法。微分方程的拉普拉斯变换求解。动态电路元件的 S 域模型，拉普拉斯变换求解电路的分析方法。系统函数的含义及求法。系统函数的零极点及其分布，零极点对系统冲激响应的影响。系统稳定性的概念及系统频率响应。

第1节 拉普拉斯变换和收敛域

第2节 拉普拉斯变换的性质

第3节 拉普拉斯反变换

第4节 微分方程的拉普拉斯变换解

第5节 动态电路的拉普拉斯变换分析

第6节 系统函数和系统特性

第7节 系统实现

第8节 信号流图和梅森公式

第9节 控制系统中的应用：PID 控制器

第10节 系统的频率响应

第11节 波特图

第12节 $H(s)$ 零极点与滤波器设计

第4章 连续信号的傅里叶级数分析

(4 学时)

本章重点和难点：各傅里叶系数之间的关系，傅里叶系数与信号对称性的关系。周期信号频谱的特点，周期信号时域形式与频谱形式的相互转换。周期的分解与合成同频谱的关系。Parseval 定理及其应用。组合的正弦信号通过系统的时域响应。

第1节 三角型傅里叶级数

第2节 指数型傅里叶级数

第3节 周期信号的频谱分析

第4节 傅里叶级数的性质

第5节 周期信号激励下的系统响应

第5章 连续信号的傅里叶变换分析

(10 学时)

本章重点和难点：非周期信号的频谱函数。傅里叶变换的性质及应用，特别是傅里叶反变换的计算。信号时域特性与频域特性的关系。Parseval 定理及其应用，信号通过理想滤波器的特点及滤波器的概念。信号调制与解调的分析方法。

第1节 傅里叶变换

第2节 傅里叶变换的性质

第3节 周期信号的傅里叶变换

第4节 傅里叶反变换

第5节 无失真输出与理想滤波器
第6节 通信系统中的应用：调制与解调
第6章 采样信号的傅里叶分析

(4 学时)

本章重点和难点：采样信号的频谱及其特点，采样定理及含义、应用。

第1节 时域采样与采样定理
第2节 采样定理的应用
第3节 信号重构

三、教学基本要求

了解系统的分类，了解从物理模型建立连续时间系统输入输出模型的方法。了解连续系统时域分析的经典分析法和卷积分析法和系统频率响应的几何作图方法和波特图。了解 Parseval 定理求周期信号功率中的应用和在非周期信号中的应用、以及信号的有效带宽。了解采样定理的应用，抗混滤波器的作用。了解信号重构的原理，理想高通、带通、带阻滤波器的特点。

理解线性系统的性质、信号通过线性系统无失真的条件。理解拉普拉斯变换及收敛域的概念、复频域系统函数及其含义。理解傅里叶系数与周期信号对称性的关系、周期信号的分解与合成，理解时域采样及其含义。

掌握信号的基本描述方法、分类及其基本运算。掌握冲激函数的定义、性质及运算。熟悉掌握线性非时变系统的概念。掌握系统响应的三种分解方式，弄清零输入响应、零状态响应、自由响应、强迫响应、暂态响应和稳态响应之间的关系。掌握卷积在系统分析中的应用、拉普拉斯变换的性质、应用以及用拉普拉斯变换求解动态电路的方法。

掌握系统的稳定性概念、系统零极点分布对系统频率响应的影响。掌握周期信号和非周期信号的分析方法。牢固树立连续信号频谱的概念。掌握基本信号的傅里叶变换的特点。掌握采样信号的频谱和采样定理。

四、实验内容与学时分配

实验项目一

(3 学时)

- 一、实验项目名称：MATLAB 编程基础及典型实例
- 二、上机实验题目：信号的时域运算及 MATLAB 实现
- 1、实验项目的目的和任务：

掌握 MATLAB 编程及绘图基础，实现信号的可视化表示。

2、上机实验内容：

- ① 画出离散时间正弦信号并确定基波周期
- ② 离散时间系统性质
- ③ 卷积计算
- ④ 选做：求解差分方程

实验项目二

(3 学时)

- 一、实验项目名称：周期信号傅里叶分析及其 MATLAB 实现
- 二、上机实验题目：特征函数在 LTI 系统傅里叶分析中的应用
1. 实验项目的目的和任务：

掌握特征函数在系统响应分析中的作用，正确理解滤波的概念。

2. 上机实验内容：

函数 Filter、Freqz 和 Freqs 的使用；计算离散时间傅里叶级数；LTI 系统的特征函数；用离散时间傅里叶级数综合信号

实验项目三

(3 学时)

- 一、实验项目名称：非周期信号傅里叶分析的 MATLAB 实现
二、上机实验题目：傅里叶变换的基本性质及其在系统分析中的应用

1. 实验项目的目的和任务：

熟练掌握连续时间傅里叶变换的基本性质及其在系统分析中应用。

2. 上机实验内容：

连续时间傅里叶变换性质；求由微分方程描述的单位冲激响应；计算离散时间傅里叶变换；由欠采样引起的混叠

实验项目 4

(3 学时)

- 一、实验项目名称：LTI 系统复频域分析的 MATLAB 实现

- 二、上机实验题目：拉氏变换与 Z 变换的基本性质在系统分析中的应用

1. 实验项目的目的和任务：

掌握拉氏变换、Z 变换的基本性质及其在系统分析中的典型应用

2. 上机实验内容：

作系统的零极点图（用 roots 和 zplane 函数）；求系统频率响应和极点位置；离散时间频率响应的几何解释

五、大纲说明

1、本大纲适用于应用物理学专业。教学 56 学时，其中，理论学时：44 学时，实验学时：12 学时

2、本课程安排在学生学完高等数学、复变函数与积分变换、线性代数、电路分析等有关基础课程之后的第五学期。离散时间信号的傅里叶分析（DTFS、DTFT、DFT、FFT）内容以及离散时间系统等内容放在“数字信号处理”课程内讲授。对于教材中的波特图、罗斯阵列和朱里表等稳定性判据可选讲。

3、在条件允许时，可在课堂上用 Matlab 演示和计算。这样既可以加深学生的对内容的理解，又可以提高学习效率。

4、每次课后一般要布置 2~3 道练习题

六、教学参考书

[1] 金波，张正炳. 信号与系统分析[M]. 北京：高等教育出版社，2011 年.

[2] 金波，张正炳. 信号与系统基础[M]. 第 2 版. 武汉：华中科技大学出版社，2006 年.

[3] B. P. Lathi 著. 线性系统与信号[M]. 第 2 版. 刘树棠等译. 西安：西安交通大学出版社，2006 年.

[4] Simon Haykin Barry Van Veen. 信号与系统. 第 2 版[M]. 林秩盛等译. 北京：电子工业出版社，2004 年.

[5] 陈后金，胡健，薛健. 信号与系统. 第 2 版[M]. 北京：清华大学出版社，2003 年.

[6] 燕庆明. 信号与系统教程[M]. 北京：高等教育出版社，2004 年.

七、学习网站

[1] <http://jyk.xidian.edu.cn/jpkcs/xhyxt/default.htm>

高频电子线路

课程名称：高频电子线路

课程编号：152128

学 分：3 分

总 学 时：48 学时，其中，理论学时：36 学时；实验学时：12 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：信号与系统、模拟电子技术

执 笔 人：杜勇

审 订 人：余新平

一、课程的性质、目的与任务

高频电子线路是应用物理学专业的选修课程，是一门理论与实践性都很强的重要技术基础课程，主要讲授组成现代通信系统各功能电路的基本原理、指标、参数的理论计算和电路分析，其教学目标是使学生掌握这些电路的基本原理、基本分析方法及其在通信中的典型应用，为将来从事高频电子系统研发工作打下坚实的基础。

二、教学内容、基本要求与学时分配

第一章 绪论

(2 学时)

主要内容：

1. 通信系统的组成；
2. 通信系统中的信号与信道；
3. 通信系统中的发送与接收设备。

基本要求：

1. 了解传输媒质对通信的作用及影响；
2. 理解无线通信中信息传输与处理的原理；
3. 掌握无线接收与发送系统的组成和基本原理。

第二章 基础知识

(4 学时)

主要内容：

1. LC 谐振回路的选频特性和阻抗变换特性；
2. 集中选频放大器。

基本要求：

1. 掌握串、并联谐振回路的 Q 值、谐振频率、谐振特性、通频带、阻抗特性、相频特性；以及串、并联阻抗的等效互换和回路抽头时阻抗的变换关系、接入系数的计算。
2. 掌握各种选频网络的特性及分析方法。

第三章 高频放大电路

(6 学时)

主要内容：

1. 概述；
2. 高频小信号放大器；
3. 电噪声；
4. 高频功率放大器；
5. 丙类谐振功率放大电路；
6. 宽带高频功率放大电路与功率合成电路；
7. 集成高频功率放大电路及应用。

基本要求：

1. 了解宽带功率放大器的相关特性；
2. 理解晶体管功率放大器的高频特性，输出匹配网络等特性；
3. 掌握高频功率放大器的折线分析法、动态特性和负载特性；
4. 掌握高频功率放大器欠压、临界、过压三种工作状态的特点及电压电流波形；
5. 掌握高频功放功率和效率的计算。

基本要求：

1. 掌握高频小信号放大器增益、通频带、选择性和稳定性等质量指标的含义及计算；
2. 掌握晶体管小信号放大器等效电路的分析方法；
3. 了解宽带放大器相关概念及其性能特点；
4. 理解理解谐振放大器工作不稳定的原因；
5. 掌握丙类功率放大器的工作原理、工作状态及分析方法；

6. 了解电噪声产生的原因及噪声系数的计算;
7. 了解宽带功率放大器的相关特性;
8. 理解晶体管功率放大器的高频特性, 输出匹配网络等特性;
9. 掌握高频功率放大器的折线分析法、动态特性和负载特性;
10. 掌握高频功率放大器欠压、临界、过压三种工作状态的特点及电压电流波形;
11. 掌握高频功放功率和效率的计算。

第四章 正弦波振荡器

(6 学时)

主要内容:

1. 概述;
2. 反馈振荡原理;
3. LC 振荡器;
4. 晶体振荡器;
5. 压控振荡器;
6. 锁相及频率合成技术。

基本要求:

1. 了解各种振荡电路的电路形式、特点及用途;
2. 掌握典型的 LC 三端式振荡器的电路组成、起振条件、振荡频率、相位平衡条件的判断;
3. 掌握振荡器相关性能指标的计算;
4. 掌握晶体振荡器、压控振荡器的工作原理;
5. 了解锁相及频率合成技术的基本原理。

第五章 线性频谱搬移

(8 学时)

1. 概述;
2. 振幅调制与解调原理;
3. 调幅电路;
4. 检波电路;
5. 混频;
6. 倍频;
7. 接收机中的自动增益控制电路。

基本要求:

1. 理解调幅、检波与混频的共性及不同点;
2. 掌握模拟调幅、检波的原理及其电路的分析与应用;
3. 掌握混频原理及混频干扰的产生及解决办法;
4. 理解频率变换电路的特点;
5. 掌握非线性元器件的频率变换特性的分析方法。

第六章 角度调制与解调电路

(6 学时)

主要内容:

1. 概述;
2. 角度调制与解调原理;
3. 调频电路;
4. 鉴频电路。

基本要求:

1. 理解调频波与调相波的基本性质的异同点以及调角波的数字表达式及物理含义;
2. 掌握角度调制原理与调频电路分析;
3. 掌握鉴频原理和鉴频电路分析。

第七章 实用高频电路分析

(4 学时)

主要内容:

1. 高频电路识图与分析方法;
2. 整机电路分析。

基本要求:

1. 掌握通信系统电路中分立元件、集成电路及整机电路的识图方法;
2. 掌握整机电路的分析方法。

三、实验内容与学时分配

1. 实验目的与任务

高频电子线路是应用物理与仪器等其它本科专业高年级学生选修课。

高频电子线路实验的目的是：熟悉高频电子线路的基本电路，熟练掌握高频实验设备和仪器的使用，掌握高频电路的测试方法和电路调试技能，建立模拟通信系统的基本概念。为更深入地学习通信与信息处理专业的有关课程或从事通信相关专业的实际工作打下基础。

2. 实验教学基本要求

掌握高频小信号调谐放大器、正弦波振荡电路和频率变换电路的电路组成、工作原理、性能特点和基本测试手段及实验方法，较深刻地认识通信各种单元电路的原理及特点，并初步建立通信系统的概念。通过实验可使学生进一步理解理论课程内容，培养学生调测高频电路的实际动手能力，建立系统概念。

3. 实验项目与类型

序号	实验项目	学时	实验类型				备注	
			演示	验证	综合	设计	必做	选做
1	调谐放大器	2		√			√	
2	LC 电容反馈式三点式振荡器	2		√			√	
3	振幅调制器	4		√			√	
4	调幅波信号的解调	4		√			√	

4. 实验教学内容及学时分配

实验一、 调谐放大器

(2 学时)

(1) 目的要求

熟悉 DDS 高频信号源、扫频仪、示波器的使用，学会用扫频仪测试频率响应特性曲线以及电路的增益、带宽。掌握放大器的动态范围测试方法

(2) 方法原理

打开综合实验箱，通过调整扫频仪测试调谐放大器模块的频率特性曲线，再测试带宽和增益。

(3) 主要实验仪器及材料

高频电子电路综合试验箱 RZ8653 型

(4) 掌握要点

使用扫频仪测试时测试的频率特性曲线尽量减少失真。

(5) 实验内容：

测量单调谐放大器的幅频特性；观察静态工作点对单调谐放大器幅频特性的影响；观察集电极负载对单调谐放大器幅频特性的影响。

实验二、 LC 振荡器

(2 学时)

(1) 目的要求

熟悉电子器件和高频电子线路实验系统；掌握电容三点式 LC 振荡电路的基本原理，熟悉其各元件功能；熟悉静态工作点、耦合电容、反馈系数、等效 Q 值对振荡器振荡幅度和频率的影响；熟悉负载变化对振荡器振荡幅度的影响。

(2) 方法原理

打开综合实验箱，LC 振荡器模块中 3W01 调节电源电压，3W02 调整输出幅度 K05 西勒电路与克拉泼电路的转换，3K01-3K04 改变回路电容，即改变振荡频率。

(3) 主要实验仪器及材料

高频电子电路综合试验箱 RZ8653 型

(4) 掌握要点

掌握振荡电路的起振以及振荡后的频率与哪些参数和元件有关。

(5) 实验内容:

静态测量, 克拉拨电路与西勒电路振荡频率与振荡幅度的测试, 研究反馈系数对振荡器的影响, 研究振荡回路的 Q 值及静态工作电流 I 对频率稳定度的影响。

实验三、 振幅调制器

(4 学时)

(1) 目的要求

通过实验了解振幅调制的工作原理; 掌握用 MC1496 来实现 AM 和 DSB 的方法, 并研究已调波与调制信号、载波之间的关系; 掌握在示波器上测量调幅系数的方法。

(2) 方法原理

打开综合实验台箱, 振幅调制模块中 8W01 用来调节 (1)、(4) 端之间的平衡, 8W02 用来调节 (8)、(10) 端之间的平衡; 8K01 开关控制 (1) 端是否接入直流电压, 当 8K01 置“on”时, 1496 的 (1) 端接入直流电压, 其输出为正常调幅波 (AM), 调整 8W03 电位器, 可改变调幅波的调制度; 当 8K01 置“off”时, 其输出为平衡调幅波 (DSB)。晶体管 8Q01 为随极跟随器, 以提高调制器的带负载能力。

(3) 主要实验仪器及材料

高频电子电路综合试验箱 RZ8653 型

(4) 掌握要点

$m=100\%$ 调幅波形及抑制载波双边带调幅波形。

(5) 实验内容:

用集成模拟乘法器实现全载波调幅和抑制双边带调幅的方法与过程, 掌握测量调幅系数的方法。

实验四、 调幅波信号的解调

(4 学时)

(1) 目的要求

熟悉电子元器件和高频电子线路实验系统; 掌握用包络检波器实现 AM 波解调的方法。了解滤波电容数值对 AM 波解调影响; 理解包络检波器只能解调 $m \leq 100\%$ 的 AM 波, 而不能解调 $m > 100\%$ 的 AM 波以及 DSB 波的概念; 掌握用 MC1496 模拟乘法器组成的同步检波器来实现 AM 波和 DSB 波解调的方法; 了解输出端的低通滤波器对 AM 波解调、DSB 波解调的影响; 理解同步检波器能解调各种 AM 波以及 DSB 波的概念。

(2) 方法原理

打开综合实验台箱, 包络检波模块中 10D01 为检波管, 10C02、10R08、10C07 构成低通滤波器, 10R01、10W01 为二极管检波直流负载, 10W01 用来调节直流负载大小, 10R02 与 10W02 相串构成二极管检波交流负载, 10W02 用来调节交流负载大小。开关 10K01 是为二极管检波交流负载的接入与断开而设置的, 10K02 开关控制着检波器是接入交流负载还是接入后级低放。调节 10W03 可调整输出幅度。同步解调模块中利用与已调幅波的载波同步 (同频、同相) 的一个恢复载波与已调幅波相乘, 再用低通滤波器滤除高频分量, 从而解调出调制信号。

(3) 主要实验仪器及材料

高频电子电路综合试验箱 RZ8653 型

(4) 掌握要点

包络检波和同步解调原理。

(5) 实验内容:

熟悉调幅波的原理, 掌握调幅波解调方法; 掌握二极管包络检波方法; 掌握同步检波方法。

5. 实验考核办法

实验操作 60%; 实验报告 40%。考核成绩以 20% 计入课程总成绩。

四、大纲说明

1、教材中标有“*”号的内容可以选讲。

2、每个知识点都要安排相应的例题，每次课后一般要布置 2-3 个练习题。要求学生独立完成课内外习题，认真做好每次实验，以加深对高频电路的工作原理和电路性能的理解。

3、考试成绩占总成绩的 80-70%，平时实验、作业占总成绩的 20-30%。

五、教学参考书

- [1] 严国萍. 通信电子线路（第二版）[M]. 北京：科学出版社，2004 年.
- [2] 沈伟慈. 通信电路 [M]. 西安：西安电子科技大学出版社，2004 年.
- [3] 张肃文，陆兆熊. 高频电子线路 [M]. 北京：高等教育出版社，2002 年.
- [4] 曾兴雯，刘乃安，陈健. 高频电子线路 [M]. 北京：高等教育出版社，2004 年.

单片机原理及应用 B

课程名称：单片机原理及应用B（Single Chip Microcomputer Principle and Application B）

课程编码：082044

学 分：4 分

总 学 时：64 学时，其中，**理论学时**：46 学时；**实验学时**：18 学时；

适用专业：应用物理学

先修课程：计算机基础、电子技术

执 笔 人：李太全

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

《单片机原理及应用》属于应用物理学专业的核心选修课。

本课程要求学生掌握 MCS51 单片机原理与接口技术方面的基本知识和方法。包括 8031 的基本结构，存储器的组织，定时计数器的工作方式与控制，中断源与控制，汇编语言程序设计，存储器的扩展、输入和输出扩展，串行通信，模拟量的输入和输出等。使学生掌握单片机系统的基本组成、结构，以及与外部设备之间的连接技术。为从事单片机相关系统的开发、设计打下良好的基础。本课程要求学生具有数字电路和 C 语言的基本知识。

二、教学内容与学时分配

第一章 概述

（2 学时）

第一节 单片机的基本概念

第二节 单片机的发展概况

第三节 单片机的特点及应用

一、单片机的特点；二、单片机的应用。

第四节 常用单片机系列介绍

一、MCS 系列产品；二、MCS51 系列单片机的结构特点。

第二章 MCS51 系列单片机的硬件结构

（6 学时）

本章重点和难点：一、CPU 的内部组成结构；二、存储器的组织；三、输入输出和定时计数器。

第一节 MCS-51 系列单片机的内部结构

第二节 MCS-51 系列单片机的总线结构

第三节 MCS-51 系列单片机的存储器结构

一、程序存储器；二、数据存储器。

第四节 并行输入 / 输出接口

一、P0 口；二、P1 口；三、P2 口；四、P3 口。

第五节 复位状态及复位电路

一、复位状态；二、复位电路。

第六节 MCS-51 系列单片机的时钟电路与时序

第三章 MCS51 单片机指令系统

(8 学时)

本章重点和难点：一、寻址方式；二、指令系统。

第一节 MCS51 单片机指令系统概述

一、指令、指令系统的概念；二、MCS51 单片机指令系统及其指令格式。

第二节 寻址方式

一、立即寻址；二、寄存器寻址；三、寄存器间接寻址；四、直接寻址；五、变址寻址；六、相对寻址；七、位寻址。

第三节 数据传送类指令

一、访问片内数据存储器的一般数据传送指令；二、片内特殊传送指令；三、片外数据存储器数据传送指令；四、访问程序存储器的数据传送指令。

第四节 算术运算类指令

一、加、减法指令；二、十进制调整指令；三、乘、除法指令。

第五节 逻辑运算及移位指令

第六节 控制转移类指令

一、无条件转移指令；二、条件转移指令。

第七节 子程序调用与返回指令

一、子程序调用指令；二、返回指令；三、空操作指令。

第八节 位操作类指令

第四章 汇编语言程序设计

(6 学时)

第一节 汇编程序格式与伪指令

第二节 汇编程序设计

一、子程序设计；二、查表程序设计；三、分支转移程序设计；四、循环程序设计。

第五章 输入/输出、中断、定时与串行通信

(8 学时)

本章重点和难点：一、中断系统；二、定时计数器；三、串行通信。

第一节 输入输出接口

第二节 中断系统

一、中断系统的结构；二、中断系统的设置；三、中断的响应过程。

第三节 定时器/计数器

一、定时/计数器的工作方式；二、定时/计数器的设置。

第四节 单片机串行通信

第六章 MCS51 单片机系统功能的扩展

(6 学时)

本章重点和难点：一、常用扩展器件；二、存储器的扩展。

第一节 系统扩展概述

一、最小应用系统；二、单片机系统扩展的内容与方法。

第二节 常用扩展器件简介

一、8D 锁存器 74LS373；二、74LS244 和 74LS245 芯片；三、3-8 译码器 74LS138。

第三节 存储器的扩展

一、存储器扩展概述；二、程序存储器的扩展；三、数据存储器的扩展；四、兼有片外程序存储器和片外数据存储器的扩展举例。

第四节 I/O 扩展

一、I/O 口扩展概述；二、8255 可编程并行 I/O 口扩展；三、8155 可编程并行 I/O 口扩展；四、用 TTL 芯片扩展简单的 I/O 接口；五、用串行口扩展并行 I/O 口。

第七章 MCS51 单片机的接口与应用

(6 学时)

本章重点和难点：一、总线与 I/O 口；二、行列式键盘；三、动态 LED 显示器；四、A/D、D/A 接口。

第一节 按键、键盘及其接口

一、键输入过程与软件结构；二、键盘接口和键输入软件中应解决的几个问题；三、独立式按键；四、行列式键盘；五、其他控制线。

第二节 显示及显示器接口

一、LED 显示器结构与原理；二、LED 显示器与显示方式；三、LED 显示器接口；四、键盘、显示器组合接口。

第三节 AD 转换器接口

一、AD 转换器概述；二、AD 转换器 ADC0809 与单片机的接口；三、单片机与 AD 转换器 AD574 的接口。

第四节 D/A 转换器接口

一、D/A 转换器概述；二、8 位 D/A 转换器与单片机的接口；三、高于 8 位 D/A 转换器与单片机的接口。

第八章 单片机应用系统设计与开发

(4 学时)

本章重点和难点：一、系统方案设计；二、单片机应用系统调试。

第一节 单片机应用系统结构与应用系统的设计内容

一、单片机应用系统的一般硬件组成；二、单片机应用系统的设计内容。

第二节 单片机应用系统开发过程

一、系统需求与方案调研；二、可行性分析、三、系统方案设计；四、系统详细设计与制作；五、系统调试与修改；六、生成正式系统（或产品）。

第三节 单片机应用系统的一般设计方法

一、确定系统的功能与性能；二、确定系统基本结构；三、单片机应用系统硬、软件的设计原则；四、硬件设计；五、软件设计；六、资源分配。

第四节 单片机应用系统调试

一、单片机应用系统调试工具；二、单片机应用系统的一般调试方法。

第五节 MCS51 单片机应用系统设计与调试实例

三、教学基本要求

课堂教学应力求使学生讲清概念，说明方法，突出重点。加强 MCS51 系列单片机的内部结构、外部总线、指令系统和程序设计的教学。在了解基本概念、原理和方法的基础上，应当结合前修课程和单片计算机的实际应用，引导学生学会分析问题和解决问题的能力。教学方法上应贯彻少而精、启发式和形象化等原则，提高教学效果。

四、实验内容与学时分配

实验一 程序设计与调试	(3 学时)
实验二 外部中断实验	(3 学时)
实验三 定时/计数的应用设计	(3 学时)
实验四 键盘、显示程序设计与调试	(3 学时)
实验五 串行通信程序设计与调试	(3 学时)
实验六 A/D、D/A 转换接口	(3 学时)

五、大纲说明

本大纲适用于应用物理学本科专业。教学总时数为 64 学时，其中课堂讲授 46 学时，实验教学 18 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。本课程宜安排在学生学完计算机基础、C 语言和电子技术之后。

六、教学参考书

- [1] 汪文, 陈林. 单片机原理及应用[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2007 年.
- [2] 张毅刚, 刘杰. 单片机原理及应用(第三版)[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2015 年.
- [3] 李建忠. 单片机原理及应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002 年.
- [4] 孙涵芳. MCS51/96 系列单片机原理及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1997 年.

数字信号处理

课程名称: 数字信号处理 (Digital Signal Processing)

课程编码: 082007

学 分: 3 分

总 学 时: 48 学时; 其中, **理论学时**: 36 学时, **上机学时**: 12 学时

适用专业: 应用物理学、光电信息科学与工程

先修课程: 概率论、线性代数、复变函数、Matlab 语言程序设计、信号与系统

执 笔 人: 李继军

审 订 人: 李 松

一、课程的性质、目的与任务

《数字信号处理》是光电信息科学与工程专业本科生的专业选修课, 是信息处理领域一种重要的现代化工具。

本课程以概率论、线性代数、复变函数、信号与系统为基础, 以 Matlab 为仿真工具, 主要讲述数字信号处理的基本概念与数字信号处理的基本分析方法, 其目的是使学生通过对本课程的学习, 掌握时域离散信号和系统的基本理论、基本分析方法以及 FFT、数字滤波器等数字信号处理技术与数字系统设计方法, 为后续专业课程的学习打下必要基础。

二、教学内容与学时分配

绪论 (1 学时)

第一节 信号与数字信号处理的定义

第二节 数字信号处理的特点

第三节 数字信号处理的应用领域

第一章 离散时间信号与系统 (7 学时)

本章重点和难点: 典型离散时间信号及其运算, 采样及内插, 频谱混叠现象, 奈奎斯特采样定理, 离散时间信号的傅里叶变换 (DTFT)、 z 变换及它们的反变换, 变换的特性, z 变换与 DTFT 变换的关系, 离散时间系统的线性、时不变性、因果性和稳定性, 离散时间系统的频率响应和系统函数。

第一节 离散时间信号

几种常用的典型序列; 序列的运算。

第二节 离散时间信号的傅里叶变换(DTFT)与z变换

离散时间信号的傅里叶变换(DTFT); z变换; 逆z变换; z变换的性质。

第三节 离散时间系统

线性系统; 时不变系统; 线性时不变系统; 系统的稳定性与因果性。

第四节 系统的频率响应与系统函数

第二章 离散傅里叶变换及其快速算法

(12学时)

本章重点和难点: 离散傅里叶变换的物理意义及特性, 周期卷积, 循环卷积, 利用DFT做连续信号的频谱分析过程中可能出现的问题及解决方法, 快速傅里叶变换。

第一节 离散傅里叶变换(DFT)

离散傅里叶级数(DFS); 离散傅里叶变换(DFT)。

第二节 利用DFT做连续信号的频谱分析

第三节 快速傅里叶变换(FFT)

按时间抽取的FFT; 按频率抽取的FFT; N为组合数的FFT和基四FFT。

第四节 关于FFT应用中的几个问题

用FFT计算IDFT; 实数序列的FFT; 线性卷积的FFT算法

第三章 无限长单位脉冲响应(IIR)滤波器的设计方法

(8学时)

本章重点和难点: 利用模拟滤波器设计数字滤波器的方法, 从低通数字滤波器到各种数字滤波器的频率变换。

第一节 根据模拟滤波器来设计IIR滤波器

脉冲响应不变法; 双线性变换法

第二节 从模拟滤波器低通原型到各种数字滤波器的频率

低通变换; 高通变换; 带通变换; 带阻变换

第三节 从低通数字滤波器到各种数字滤波器的频率变换

数字低通—数字低通; 数字低通—数字高通; 数字低通—数字带通

第四章 有限长单位脉冲响应(FIR)滤波器的设计方法

(8学时)

本章重点和难点: FIR滤波器线性相位的条件及几种情况下的幅度特性, 四种线性相位FIR滤波器, 窗口设计法、频率采样设计法, 最优准则, IIR及FIR滤波器的优缺点。

第一节 线性相位FIR滤波器的特点

线性相位的条件; 幅度特性; 零点特性

第二节 窗口设计法

第三节 频率采样设计法

第四节 FIR滤波器的最优化设计

非线形最优法; 插值解法; 雷米兹(Remez)交替算法。

第五节 IIR与FIR数字滤波器的比较

三、实验教学内容安排

1、上机学时具体分配见下表:

《数字信号处理》上机课程										
序号	实验名称	学时	必做	选做	学分	实验类型				内容提要
						基本操作	验证	综合	设计	

1	典型序列的产生; F T 及其性质	2	√			√	√		通过实验掌握典型序列的特点; 了解熟悉常用典型序列的图像。 掌握 FT 的定义; 掌握 FT 的周期性、对称性。
2	DFS	2	√			√	√		掌握周期序列 DFS; 掌握周期序列 DFS 的幅度和相位
3	求解差分方程	2	√			√	√		了解差分方程的定义; 求解差分方程。
4	用 Z 变换分析系统的频域特性	2	√			√	√		了解 LTI 因果系统的定义; 通过 Z 变换求 LTI 因果系统的频域特性。
5	离散傅里叶变换	2	√			√	√		了解离散傅里叶的定义; 掌握离散傅里叶变换后的幅度和相位特性。
6	用双线性变换法设计 IIR 滤波器	2		√				√	熟悉用双线性变换法设计 IIR 滤波器的原理和方法; 掌握数字滤波器的计算机仿真算法;

2、实验教学内容及学时分配

实验一 典型序列的产生

(2 学时)

1. 实验目的

- (1) 通过实验掌握典型序列的特点;
- (2) 了解熟悉常用典型序列的图像。
- (3) 掌握 FT 的定义;
- (4) 通过实验掌握 FT 的周期性、对称性。

2. 实验内容

- (1) 单位采样序列的图形绘制;
- (2) 单位阶跃序列的图形绘制;
- (3) 矩形序列的图形绘制;
- (4) 实指数序列的图形绘制
- (5) 正弦序列的图形绘制。
- (6) 绘制 $x(n)=0.8^n u(n)$ 经过 FT 之后的幅频—相位图, 观察图像了解 $x(e^{j\omega})$ 的周期性;
- (7) 分析 $x(n)=e^{j\omega n}$ 的对称性, 给出图像进行验证。

实验二 DFS

(2 学时)

1. 实验目的

- (1) 掌握周期序列 DFS;
- (2) 通过实验掌握周期序列 DFS 的幅度和相位。

2. 实验内容

已知 $x(n) = R_4(n)$, $\tilde{x}(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(n+8k)$, k 取整数, 求 $\tilde{x}(n)$, 并画出其幅度和相位特性。

实验三 求解差分方程

(2 学时)

1. 实验目的

- (1) 了解差分方程的定义;
- (2) 通过实验求解差分方程;

2. 实验内容

已知差分方程 $2y(n)-3y(n-1)+y(n-2)=2x(n)$, $x(n)=(1/4)^n u(n)$
 $y(-1)=4, y(-2)=0$, 求 $y(n)$

实验四 用 Z 变换分析系统的频域特性

(2 学时)

1. 实验目的

- (1) 了解 LTI 因果系统的定义;
- (2) 通过 Z 变换求 LTI 因果系统的频域特性。

2. 实验内容

已知 LTI 因果系统, $y(n)-0.8y(n-1)=x(n)$, 求 $H(Z)$, 画出其极零点分布图, 幅频、相频特性曲线。

实验五 离散傅里叶变换

(2 学时)

1. 实验目的

- (1) 了解离散傅里叶的定义;
- (2) 通过实验掌握离散傅里叶变换后的幅度和相位特性;

2. 实验内容

(1) 求 DFT, 设 $x(n)=\{1,0,1,1\}$, 计算 $x(n)$ 的 4 点, 8 点 DFT, 画出 $x(k)$ 的幅度和相位特性曲线;

(2) 利用 `cirshif()` 函数实现循环移位, $x(n)=0.8^n, 0 \leq n \leq 10$, 绘制 $y(n)=x(n+7)R(n)$;

(3) 线性卷积和循环卷积的计算

已知 $x_1(n)=\{1,2,3\}$, 长度 $N_1=3$, $x_2(n)=\{4,3,2,1\}$, 长度 $N_2=4$

① 计算两序列的线性卷积;

② 分别计算两序列的 4, 5, 6, 7, 8 点循环卷积 ($N \geq N_1+N_2-1$ 时, 循环卷积等于线性卷积)。

实验六 用双线性变换法设计 IIR 滤波器

(2 学时)

1. 实验目的

- (1) 熟悉用双线性变换法设计 IIR 滤波器的原理和方法;
- (2) 掌握数字滤波器的计算机仿真算法;
- (3) 通过观察对实际心电图信号的滤波作用。

2. 实验内容

(1) 用双线性变换法设计一个巴特沃斯低通 IIR 数字滤波器, 设计的指标参数为: 在通内频率低于 0.2π 时, 最大衰减度小于 1dB, 在阻带内 $[0.3\pi, \pi]$ 频率区间上, 最小衰减度大于 15dB;

(2) 以 0.02π 为采样间隔, 打印出数字滤波器在频率区间 $[0, \frac{\pi}{2}]$ 上的幅频响应特性曲线;

(3) 用所设计的滤波器对实际心电图信号采样序列进行仿真滤波处理, 并分别打印出滤波前后的信号波形图, 观察总结滤波作用和效果。

输入序列 $x(n)$ 为:

$$\begin{aligned} x(n) = & [-4, -2, 0, -4, -6, -4, -2, -4, -6, -6, -4, -4, -6, -6, -2, 6, 12, 8, 0, -16, \\ & -38, -60, -84, -90, -66, -32, -4, -2, -4, 8, 12, 12, 10, 6, 6, 6, 4, 0, 0, 0, \\ & 0, 0, -2, -4, 0, 0, 0, -2, -2, 0, 0, -2, -2, -2, -2, 0] \end{aligned}$$

四、教学基本要求

教学过程中, 对学生的要求:

1. 熟练掌握离散时间信号和系统的频域表示、连续时间信号的采样与恢复、Z 变换、系统函数; 掌握系统的稳定性和因果性; 理解系统的信号流图、傅立叶变换的对称性;
2. 熟练掌握离散傅立叶变换、快速傅立叶变换 (FFT)、线性卷积的 FFT 算法; 掌握周期序列、离散傅立叶级数 (DFS)、频率采样理论、离散傅立叶反变换的运算方法;
3. 熟练掌握无限冲击响应 (IIR) 数字低通滤波器的方法及有限冲击响应 (FIR) 低通数字滤波器的设计方法; 掌握模拟滤波器设计; 理解数字滤波器设计的一般方法和步骤、IIR 与 FIR 数字滤波器的比较; 了解数字滤波器的计算机辅助设计方法。

课程教学以基本理论为基础, 要求学生理论与实践、原理与应用相结合。

五、大纲说明

本大纲适用于应用物理学、光电信息科学与工程本科专业。教学总时数为 48 学时, 其中, 理论教学 36 学时, 上机实验 12 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料, 按照本大纲的内容进行教学, 注重培养学生理论与实践、原理与应用相结合的能力。

六、教学参考书

- [1] 程佩青. 数字信号处理教程(第四版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013 年.
- [2] 程佩青, 李振松. 数字信号处理教程习题分析与解答(第 4 版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2014 年.
- [3] Sanjit K. Mitra 著, 阔永红译. 数字信号处理——基于计算机的方法(第 4 版英文改编版) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2011 年.
- [4] Vinay K. Ingle, John G. Proakis 著, 刘树堂, 陈志刚译. 数字信号处理(MATLAB 版)(第 3 版) [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2013 年.

七、学习网站

- [1] 数字信号处理, 国家精品课程, 网址: <http://www.jingpinke.com/>

激光原理与技术 B

课程名称：激光原理与技术 B (Laser Principles and Techniques B)

课程编码：082131

学 分：3.5 分

总 学 时：56 学时，其中，理论学时：44 学时，实验学时：12 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：大学物理、光学、电磁场与电磁波

执 笔 人：陈海燕

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

激光原理与技术是应用物理学本科专业（光电子方向）的专业课，属于核心专业课。

通过本课程的学习，使学生掌握激光器的工作原理，了解一些常规的激光技术和测试手段。

二、教学内容与学时分配

第一章 激光器基础 (6 学时)

本章重点和难点：激光器的基本概念、激光基本特性。

第一节 光波基础

第二节 光子基础

第三节 激光器基本思想

第四节 激光特性

第二章 激光谐振腔理论 (10 学时)

本章重点和难点：光线传播的矩阵表示、光学谐振腔、高斯光束、Fabry-Perot 腔特性。

第一节 激光谐振腔的几何光学理论

第二节 激光谐振腔的波动光学理论

第三节 Fabry-Perot 腔（标准具）

第三章 电磁场与物质相互作用的经典理论与速率方程理论 (6 学时)

本章重点和难点：谱线加宽和线型函数、激光器速率方程。

第一节 铒-镱共掺光纤的自发辐射现象

第二节 光与物质相互作用的经典理论

第三节 谱线加宽对辐射的影响

第四节 谱线加宽线型函数

第五节 泵浦

第六节 激光器的速率方程理论

第四章 连续波激光器工作特性 (6 学时)

本章重点和难点：小信号稳态增益、增益饱和、激光器的振荡阈值条件、模竞争效应、激光器的输出功率、最佳透过率、线宽极限。

第一节 连续波 Er-Yb 共掺光纤光栅激光器

第二节 连续波激光器稳定输出机理

第三节 连续波单波长与多波长激光形成机理

第四节 连续激光器的稳态工作特性

第五节 激光的线宽极限

第六节 频率牵引效应

第五章 激光调制器 (4 学时)

本章重点和难点：常见的激光调制与偏转技术、电光调制、声光调制、磁光调制。

第一节 光纤通信系统中的激光信号调制实例

第二节 电光效应

第三节 电光调制器
 第四节 声光调制器
 第五节 其它调制器

第六章 脉冲激光器工作特性 (6 学时)

本章重点和难点：脉冲激光器的输出特性、调 Q 激光器的基本理论、常见调 Q 方法、锁模机理、超短脉冲测量技术

第一节 泵浦变化脉冲激光器工作特性
 第二节 调 Q 激光器工作特性
 第三节 锁模激光器工作特性

第七章 模式选模、稳频与倍频技术 (3 学时)

本章重点和难点：模式选择技术、稳频技术、激光频率变换技术、二次谐波、倍频、和频、光学参量振荡。

第一节 模式选择技术
 第二节 激光器调谐
 第三节 稳频技术
 第四节 倍频技术

第八章 常见激光器 (3 学时)

本章重点和难点：气体激光器、固体激光器、光纤激光器、自由电子激光器、半导体激光器与放大器。

第一节 激光器系统的量子效率
 第二节 固体激光器
 第三节 气体激光器
 第四节 光纤光栅 F-P 腔双波长掺铒光纤激光器

三、实验教学内容安排

1、实验学时具体分配见下表：

序号	实验项目	学时	实验类型				备注	
			演示	验证	综合	设计	必做	选做
1	固体激光器的装调	4		√			√	
2	电光调 Q 实验	3		√			√	
3	被动调 Q 实验	3		√			√	
4	LD/LED 的 P-I-V 特性曲线测试	2		√			√	

2、实验教学内容及学时分配

实验一 固体激光器的装调 (2 学时)

1. 目的要求

了解激光器工作原理，掌握固体激光器的调节方法及静态特性测量方法。

2. 方法原理

利用小孔光阑及红光半导体激光器来调节光学元件的对心。

3. 主要实验仪器及材料

650nm 半导体激光器、小孔光阑、全反镜、Nd³⁺: YAG 固体激光棒、输出镜、机柜 (MC10 电源、水冷系统)、上转光片、光电探测器 (脉冲探测器、能量探测器)、双踪示波器

4. 掌握要点

激光器工作原理，光学元件对心的调法。

5. 实验内容

- (1) 固体激光器的装调；
- (2) 测量静态激光的阈值；
- (3) 测量静态激光及灯光脉冲宽度；
- (4) 测量静态激光输出能量，描绘效率曲线；
- (5) 计算静态激光的峰值功率。

实验二 电光调 Q 实验

(2 学时)

1. 目的要求

了解电光调 Q 原理，掌握激光器动态特性测量方法。

2. 方法原理

利用电光开关使谐振腔处于低 Q 值状态，由于氙灯一直在对 YAG 棒进行抽运，工作物质中亚稳态粒子数便得到足够的积累，当粒子反转数达到最大时，突然去掉调制晶体上的 $\lambda/4$ 波长电压，即电光开关迅速被打开，沿谐振腔轴线方向传播的激光可自由通过调制晶体，谐振腔处于高 Q 值状态，形成雪崩式激光发射。

3. 主要实验仪器及材料

650nm 半导体激光器、小孔光阑、全反镜、Nd³⁺: YAG 固体激光棒、输出镜、机柜 (MC10 电源、水冷系统)、上转光片、电光晶体、偏振片、光电探测器 (连续探测器、脉冲探测器、短脉冲探测器、能量探测器)、双踪示波器

4. 掌握要点

电光调 Q 原理，激光器动态特性测量方法。

5. 实验内容

- (1) 调试激光器，测量关门电压；
- (2) 测量动态激光输出能量；
- (3) 测量动态激光的脉冲宽度；
- (4) 计算动态激光的峰值功率；
- (5) 计算激光器的转换效率及输出激光的动静比。

实验三 被动调 Q 实验

(2 学时)

1. 目的要求

了解被动调 Q 原理，学会测量被动调 Q 激光脉冲波形。

2. 方法原理

如果将对激光波长具有很高吸收率的被动调 Q 晶体安装在激光器谐振腔中，它会在最开始时阻止激光震荡的发生。随着增益在泵浦脉冲期间的增大并超过往返损耗时，腔内的光通量会急剧增大，导致被动 Q 开关达到饱和。在这种条件下，损耗很底，从而建立起 Q 开关脉冲。

3. 主要实验仪器及材料

650nm 半导体激光器、小孔光阑、全反镜、Nd³⁺: YAG 固体激光棒、输出镜、机柜 (MC10 电源、水冷系统)、上转光片、Cr⁴⁺:YAG 晶体、光电探测器 (脉冲探测器)、双踪示波器

4. 掌握要点

被动调 Q 原理，被动调 Q 激光脉冲波形测量。

5. 实验内容

- (1) 被动调 Q 激光器的搭建；
- (2) 测量激光输出脉宽，绘制不同注入能量时的输出激光波形。

实验四 LD/LED 的 P-I-V 特性曲线测试

(2 学时)

1. 目的要求

掌握有源光电子器件 LD 的 P-I 特性曲线测量方法。

2. 方法原理

LD 有一阈值电流 I_{th} ，当 $I > I_{th}$ 时才发出激光。在 I_{th} 以上，光功率 P 随 I 线性增加。阈值电流是评定半导体激光器性能的一个主要参数，本实验采用两段直线拟合法对其进行测定。

3. 主要实验仪器及材料

1550nmLD, 1310nmLD, 综合测量系统

4. 掌握要点

LD 的驱动方法、阈值电流的测量方法。

5. 实验内容

(1) 1550nm F-P 半导体激光器 P-I 特性曲线测量；

(2) 求 1550nm F-P 半导体激光器阈值电流；

(3) 1310nm F-P 半导体激光器 P-I 特性曲线测量；

(4) 求 1310nm F-P 半导体激光器阈值电流。

四、教学基本要求

了解激光光束的特点；掌握激光器的工作原理；理解激光与电介质相互作用的过程；掌握用速率方程处理连续激光器和脉冲激光器动态过程；了解各种主要激光技术的基本原理与实施方法。

五、大纲说明

本大纲适用于光电信息科学与工程本科专业。教学总时数为 56 学时，课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。本课程宜安排在学生学完基础光学、电磁场与电磁波等有关基础课程之后开设。

六、教学参考书

[1] 陈海燕，罗江华，黄春雄，《激光原理与技术》[M]。武汉：武汉大学出版社，2012 年。

[2] 蓝信钜等，《激光技术》，北京：科学出版社，2003 年。

[3] 周炳鲲鹏等，《激光原理》（第四版），北京：国防工业出版社，2000 年。

[4] 徐大海等，《光电信息技术实验》[M]。武汉：武汉大学出版社，2013 年。

七、学习网站

[1] 激光原理与技术，长江大学精品课程，网址：<http://www.yangtzeu.edu.cn>

Protel 与电路板设计

课程名称：Protel 与电路板设计 (Potel and Altium Designer)

课程编码：082089

学 分：1.5 分

总 学 时：24 学时，其中，上机学时：24 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：电路理论、模拟电子技术、数字电子技术

执 笔 人：姚平

审 订 人：李松

课程的性质、目的与任务

Protel DXP2004 是 Protel Technology 公司引进仿真技术和信号完整性分析技术后于 2004 年正式推出的 EDA 软件, 简称 Protel DXP, 它是一个全面、集成、全 32 位的电路设计系统。它提供了在电路设计时从概念到成品过程中所需的一切—输入原理图设计, 建立可编程逻辑器件, 直接进行电路混合信号仿真, 进行 PCB 设计和布线并保持电气连接和布线规则, 检查信号完整性, 生成一整套加工文件。《Protel 与电路板设计》是我院应物专业重要的专业技术课, 在教学过程中, 贯穿一套电路进行教学让学生能熟练绘制电路原理图、布线、PCB 板布局。重点培养学生的上机操作能力。

教学内容与学时分配

认识 Protel DXP

(2 学时)

本章重点和难点: Protel DXP 设计管理器的使用; Protel DXP 基本操作。Protel DXP 管理面板; 状态栏的正确使用。

第一节 Protel DXP 的安装

第二节 主窗口的介绍

第二章 电路原理图设计入门

(4 学时)

本章重点和难点: 如何新建原理图文件; 如何在自带元件库中查找基本元器件; 如何 电路原理图编辑器管理。

第一节 元件的创建与保存、设置图纸

第二节 元件库、放置元件及设置属性

第三节 元件的调整、元件的连线

第四节 添加其他电器符号、绘制图纸明细表

第五节 实例: 绘制单管放大电路

第三章 原理图元件的创建

(4 学时)

本章重点和难点: 环境参数的设置; 鼠标与快捷键应用; 如何定义工作平面。

第一节 创建原理图元件--IC AT1201

第二节 创建元件--数码管

第三节 创建元件--变压器绕线

第四节 复制及编辑原理图元件、原理图中修改元件管脚

第四章 绘制原理图技巧与提高

(4 学时)

本章重点和难点: 原理图绘图工具栏各图标的作用; 如何熟练绘制导线; 如何熟练使用电源与接地符号; 总线与网络。

第一节 对原理图工作界面的操作、查找元件、放置自制的元件

第二节 阵列粘贴、绘制总线、网络标号

第三节 拖动的应用、项目的编译与查错

第四节 生成报表和打印原理图

第五章 绘制层次性原理图

(2 学时)

本章重点和难点: 方块电路的绘制; 方块电路端口的放置; 不同层电路文件之间的切换; 原理图文件与方块电路符号之间的转化。

第一节 层次性原理图

第二节 自上至下的绘制层次图

第三节 绘制子件

第四节 从下到上绘制层次图

第六章 印制电路板设计基础

(2 学时)

本章重点和难点：如何进行印制电路板的设计；元件各类封装的选择。

第一节 印制电路板概述

第二节 印制电路板制作流程

第三节 层面的概念

第四节 元件封装、浏览 PCB 元件封装

第七章 三端稳压电源 PCB 板设计实例 (2 学时)

本章重点和难点：如何选择合适的器件及封装；如何高效简洁的连线。

第一节 确定合适的元件封装

第二节 生成网格表、规划电路板

第三节 载入元件封装和网络

第四节 元件布局、设置布线规格

第八章 PCB 板的编辑和完善 (4 学时)

本章重点和难点：元件手工布局；元件手动布线；元件封装操作。

第一节 布线原则和布线规律检查、手工修改布线

第二节 添加焊盘、设置显示层面和添加标注文字

第三节 添加安装孔、添加覆铜区

第四节 常见错误的排查、打印输出 PCB 文件

教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

理论、知识方面：

1. 掌握 Protel DXP 软件的基本操作。
2. 熟记元件库，能迅速的选取所需元件

能力、技能方面：

1. 掌握电路原理图的绘制，包括环境参数设置、添加/删除元件库、制作原理图元件、绘制导线、元件的选中与撤销、删除与复制、非电气图形与文字制作、电路原理图设计检查、生成各网络报表及原理图输出。
2. 掌握 PCB 板设计。包括电路板规划、网络表载入、元件布局与布线、电路板编辑、输出。

课堂教学应力求使学生弄清 Protel DXP 基本操作。在熟悉了 Protel DXP 基本操作基础上，应当结合专业特点，突出实践操作，能迅速的绘制好 PCB 电路板。

大纲说明

本大纲适用于应用物理学专业。教学总时数为 24 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，全部学时均为上机讲授，培养学生实践操作的能力。

教学参考书

- [1] 王莹莹. Protel DXP 电路设计实例教程[M].清华大学出版社, 2008 年. (教材)
- [2] 薛楠. Protel DXP 2004 原理图与 PCB 设计实用教程[M].机械工业出版社, 2012 年.
- [3] 谢龙汉. Altium Designer 原理图与 PCB 设计及仿真[M].电子工业出版社, 2012 年.

学习网站

- [1] Protel DXP, 我要自学网, 网址: <http://www.51zxw.net/list.aspx?cid=287>

教学及考核方式

教学方式：上机教学。结合大量应用实例，对各种实际问题展开深入的讨论，充分激发学生的思考力，提高学生分析和解决问题的能力。上机演示讲解；课堂练习和讨论。

考核方式：考查。学期总成绩包括出勤情况、听课情况（占 30%）和课程的课堂提问、课堂作业、结课作业（占 70%）两部分组成。

固体电子学

课程名称：固体电子学（Solid State Electronics）

课程编码：082115

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：40 学时

适用专业：应用物理学、光电信息科学与工程

先修课程：量子力学、固体物理学

执 笔 人：曾晖

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

本课程是高等学校光电信息科学与工程专业本科生的专业选修课。本课程主要介绍固体电子学的基础理论，主要涉及固体物理和半导体物理的基础知识，包括晶体的结构、晶体的结合、晶格振动、晶体缺陷、能带理论、半导体中的载流子、PN 结、固体表面及界面接触现象、半导体器件原理等内容。

本课程的目的和任务是：通过本课程的学习使学生掌握半导体载流子运动的基本规律和基本的半导体器件结构及工作原理，为以后的专业课程的学习打下基础。

二、教学内容与学时分配

第 1 章 晶体的结构和晶体的结合 (4 学时)

本章重点：晶体结构的周期性与对称性以及晶体结合方式。

本章难点：倒格子；金刚石结构。

1.1 晶体的特征与晶体结构的周期性

1.2 晶列与晶面 倒格子

1.3 晶体结构的对称性 晶系

1.4 确定晶体结构的方法

1.5 晶体的结合

1.6 晶体生长简介

第 2 章 晶格振动和晶体的缺陷 (6 学时)

本章重点：晶格振动量子化声子；格波。

本章难点：晶格振动模式密度；晶格振动量子化声子；格波。

2.1 晶格振动和声子

2.2 声学波与光学波

2.3 格波与弹性波的关系

2.4 声子谱的测量方法

2.5 晶体中的缺陷

第 3 章 能带论基础 (6 学时)

本章重点：固体中电子的共有化运动；布拉赫定理；近自由电子近似；费米能级；能带。

本章难点：微扰论；费米能级。

3.1 晶体中电子状态的近似处理方法

3.2 金属中的自由电子模型

3.3 布洛赫定理

3.4 克龙尼克-潘纳模型

3.5 能带的计算方法

3.6 晶体的导电性

3.7 实际晶体的能带

第 4 章 半导体中的载流子

(6 学时)

本章重点：非平衡载流子的注入与复合、寿命。

本章难点：载流子的扩散、漂移运动以及连续性方程

4.1 本征半导体与杂质半导体

4.2 半导体中的载流子浓度

4.3 简并半导体

4.5 非平衡载流子及载流子的扩散运动

第 5 章 PN 结

(4 学时)

本章重点：pn 结能带图、pn 结电流电压特性、pn 结电容。

本章难点：pn 结特性。

5.1 PN 结及其能带图

5.2 PN 结电流电压特性

5.3 PN 结电容

5.4 PN 结击穿

第 6 章 固体表面及界面接触现象

(6 学时)

本章重点：表面电场效应及空间电荷层的电场、电势和电容；MIS 结构的电容-电压特性。

本章难点：表面电场效应；MIS 结构。

6.1 表面态

6.2 表面电场效应

6.3 金属与半导体的接触

6.4 MIS 结构的电容-电压特性

6.5 异质结

第 7 章 半导体器件基础

(8 学

时)

本章重点：双极型晶体管；场效应晶体管。

本章难点：双极型晶体管和场效应晶体管的工作原理。

7.1 二极管

7.2 双极型晶体管

7.3 场效应晶体管

7.4 半导体集成器件

三、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

- 1、掌握晶体的基本结构以及晶体结合方式；掌握立方晶系、晶向和晶面的表示方法。
- 2、掌握声学波和光学波的概念及其所反映的基元中原子的振动情况；掌握晶格振动模式密度的概念；理解施主、受主杂质能级的概念。
- 3、掌握固体中电子运动的特点；掌握 Bloch 定理；掌握费米能级的概念和物理意义。
- 4、掌握载流子统计分布的基本理论、相关概念，本征半导体、单一杂质半导体、一般情况下的半导体和简并半导体中载流子计算方法。
- 5、掌握 pn 结能带图、pn 结电流电压特性、pn 结电容。
- 6、掌握半导体表面电场效应，MIS 结构的电容-电压特性。
- 7、掌握双极型晶体管和场效应晶体管的工作原理和特性；了解半导体集成器件的特性。

四、大纲说明

本大纲适用于光电信息科学与工程专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。在教学中采用多媒体与板书相结合的授课方式，注意结合教学内容适量安排习题，要求学生及时、独立完成，以达到巩固所学内容的目的，同时培养学生的理论分析问题的能力。

五、教学参考书

[1] 沈为民等编著. 固体电子学导论(第一版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2012 年.

光电子技术

课程名称: 光电子技术 (Photoelectronic technology)

课程编码: 082018

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, **理论学时:** 40 学时

适用专业: 应用物理学

先修课程: 高等数学、大学物理、光学、电子技术基础

执 笔 人: 郁春潮

审 订 人: 李 松

一、课程的性质、目的与任务

光电子技术基础是将传统的光学技术、电子技术、现代微电子技术和计算机技术紧密结合在一起的一门高新技术。它是应用物理专业学生的一门选修课程。

本课程的任务是: 研究光辐射的基本原理, 光辐射的各种探测技术, 各种光电成像系统, 光信号的各种调制技术、光电子技术的理论基础及其应用。

二、教学基本要求

基本要求: 通过本课程的学习, 使学生掌握光电子技术的理论、技术和应用。熟悉各种探测器的光电转换原理、工作特性、性能指标、使用特点, 能设计各种探测器的应用电路和参数计算。掌握各种光电成像器件的成像原理, 熟悉光电成像系统的基本结构和基本参数、熟悉红外成像系统的组成、性能参数和信号处理电路, 了解微光像增强器件和纤维光学成像器件。了解光信号的各项调制技术、和扫描技术。了解几种实用光电系统、掌握光电系统的组成、特点和各种实际应用。

三、教学内容与学时分配

第 0 章 绪论 (2 学时)

本章重点和难点: 了解光电子学的概念、涉及的领域, 光电技术的内容, 光电系统的基本结构。了解本课程的内容和特点。

第一章 光辐射和发光源 (4 学时)

本章重点和难点: 掌握辐射度学与光度学基本概念; 初步了解热辐射基本定律与激光原理。

第一节 电磁波谱与光辐射

第二节 辐射度学与光度学基本知识

第三节 热辐射基本定律

第四节 激光原理

第五节 典型激光器

第六节 光频电磁波的基本理论和定律

第二章 光辐射的传播 (6 学时)

本章重点和难点：掌握光辐射的电磁理论；了解光波传输的基本特性与原理。

第一节 光辐射的电磁理论

第二节 光波在大气中的传播

第三节 光波在电光晶体中的传播

第四节 光波在声光晶体中的传播

第五节 光波在磁光介质中的传播

第七节 光波在光纤波导中的传播

第八节 光波在非线性介质中的传播

第九节 光波在水中的传播

第三章 光束的调制和扫描 (6 学时)

本章重点和难点：掌握光束调制原理；了解光波的不同调制方式和调制器件。

第一节 光束调制原理

第二节 电光调制

第三节 声光调制

第四节 磁光调制

第五节 直接调制

第六节 光束扫描技术

第七节 空间光调制器

第四章 光辐射的探测技术 (8 学时)

本章重点和难点：掌握光电探测器的物理过程；了解不同的光电探测器件。

第一节 光电探测器的物理效应

第二节 光电探测器的性能参数

第三节 光电探测器的噪声

第四节 光电导探测器—光敏电阻

第五节 pn 结光伏探测器的工作模式

第六节 硅光电池—太阳电池

第七节 光电二极管

第八节 光热探测器

第九节 直接探测系统的性能分析

第十节 光频外差探测的基本原理

第五章 光电成像系统 (6 学时)

本章重点和难点：掌握光电成像原理；了解不同的光电成像器件。

第一节 固体摄像器件

第二节 光电成像原理

第三节 红外成像光学系统

第四节 红外成像中的信号处理

第五节 红外成像系统的综合特性

第六节 微光像增强器件

第七节 纤维光学成像器件

第六章 显示技术 (4 学时)

本章重点和难点：掌握显示技术的基本原理；了解不同显示技术。

- 第一节 阴极摄像管
- 第二节 液晶显示
- 第三节 等离子显示
- 第四节 电致发光显示
- 第五节 其他显示技术

第七章 光电子技术应用实例

(4 学时)

本章重点和难点: 了解光纤通信, 激光雷达, 激光制导, 红外遥感, 红外跟踪制等相关技术。

- 第一节 光纤通信
- 第二节 激光雷达
- 第三节 激光制导
- 第四节 红外遥感
- 第五节 红外跟踪制导
- 第六节 光纤传感

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学本科专业, 教学总时数为 40 学时。本课程宜安排在学生学完光学、电子技术等有关基础课程之后的第三学年下学期。课程采用开卷考试形式, 总评成绩中作业和平时表现占 20%, 期末成绩占 80%。

五、教学参考书

- 1、安毓英等, 光电子技术(第四版), 电子工业出版社, 2016 年。
- 2、郭培源等, 光电子技术基础教程, 北京航空航天大学出版社, 2005 年。
- 3、叶嘉雄等, 光电系统与信号处理, 科学出版社, 1997 年。
- 4、廖家鼎等, 光电技术, 浙江大学出版社, 1995 年。

可编程逻辑器件

课程名称: 可编程逻辑器件 (Programmable Logic Device)

课程编码: 082041

学 分: 2.5 分

总 学 时: 48 学时, 其中, **理论学时:** 48 学时

适用专业: 应用物理学、光电信息科学与工程

先修课程: 计算机基础、数字电路

执 笔 人: 徐益平

审 订 人: 李松

一、课程的性质、目的与任务

课程的具体目标是通过本课程及其它相关课程的学习, 使学生能够掌握常用的 MAX+plus II、QuartusII 和 ispEXPERT 等 EDA 开发软件, 及时将学科的最新成果引入教学中, 将 HDL 硬件描述语言编程方法和 FPGA 的开发技术及符合工程规范的系统设计技术有机地融合在一起, 强调理论和实际的联系, 培养学生的创新能力和实验动手能力。

二、教学内容与学时分配

第一章 EDA 技术概述	(4 学时)
第一节 EDA 技术及其发展	
第二节 EDA 技术设计流程	
第三节 EDA 技术的主要内容	
第四节 常用 EDA 工具	
第五节 EDA 的工程设计流程	
第六节 MAX+PLUS II 简述	
第二章 硬件描述语言 VHDL 简介	(16 学时)
第一节 VHDL 语言程序的基本结构	
第二节 VHDL 语言中的数据	
第三节 VHDL 语言中的表达式	
第四节 顺序描述语句	
第五节 并行描述语句	
第六节 时钟信号的 VHDL 描述方法	
第七节 子程序	
第八节 ISPLEVER 软件的使用方法	
第三章 Quartus II 软件及其使用	(4 学时)
第一节 Quartus II 简介	
第二节 Quartus II 的设计流程	
第四章 VHDL 应用举例	(12 学时)
第一节 组合逻辑电路设计	
第二节 时序逻辑电路设计	
第三节 存储器设计	
第四节 状态机设计	
第五章 常用 EDA 工具软件	(12 学时)
第一节 MAX+plus II	
第二节 ModelSim	
第三节 基于 Matlab/DSP Builder 的 DSP 模块设计	

三、教学基本要求

在学习电子电路的基础上，了解可编程逻辑器件的基本原理，掌握硬件描述语言，分析用硬件描述语言编程程序的方法和思路，并掌握在软件中对程序调试和实现。本课程有 48 个课时，要求学生在掌握理路知识的基础上，重点提高学生的动手能力，并在此基础上，完成本课程的课程设计，学会设计具体电子电路并在 FPGA 上实现的能力。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学、光电信息科学与工程本科专业。教学总时数为 48 学时，以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。本课程宜安排在学生学完单片机基础课程后。

五、教学参考书

- [1] 刑建平. VHDL 程序设计教程（第三版）[M]. 北京：清华大学出版社，2005 年.
- [2] 潘松，黄继业. EDA 技术实用教程（第二版）[M]. 北京：科学出版社，2005 年.

光电探测与信号处理 B

课程名称：光电探测与信号处理 B (Photoelectric Detection & Signal Processing)

课程编码：082074

学 分：2.5

总 学 时：40 学时，其中，其中，理论学时：32 学时，实验学时：8 学时

适用专业：应用物理学、光源与照明

先修课程：大学物理、电路与模拟电子技术、半导体物理

执 笔 人：熊艳

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

光电探测与信号处理是光电信息科学与工程专业的专业必修课。光电探测技术是将光学与现代微电子技术、计算机技术、紧密结合在一起的一门高新技术，已渗透到许多学科中，得到了迅猛发展，本课程的学习可为学生在光电行业从事相关工作打下基础。本课程采用中英文双语教学，可使学生在掌握课程基本内容的同时在英语听力、科技阅读方面得到锻炼和提高，是培养高素质的专业精、语言交流能力强的复合型人才的重要举措。

本课程的任务是使学生掌握光电检测的基本原理、基本器件、基本方法和光电检测信号的处理，了解科技的新动向，以便于在今后的科研和生产实践中应用。

二、教学内容与学时分配

第一章 绪论 (2 学时)

本章重点和难点：光电检测的概念；光电检测系统的组成及特点

第一节 信息技术与光电检测技术

第二节 光电检测与光电传感器概念

第三节 光电检测系统的组成及特点

第四节 光电检测方法及应用发展趋势

第二章 光电检测器件工作原理及特性 (4 学时)

本章重点和难点：光电效应原理；光电检测器件特性参数

第一节 光电检测器件的物理基础

第二节 光电检测器件的特性参数

第三章 半导体光电检测器件及应用 (4 学时)

本章重点和难点：光敏电阻工作原理；光生伏特器件工作原理

第一节 光敏电阻

第二节 光生伏特器件

第四章 光电信号检测电路 (4 学时)

本章重点和难点：光电信号输入电路的静态计算；光电信号检测电路的动态计算

第一节 光电检测电路的设计要求

第二节 光电信号输入电路的静态计算

第三节 光电信号检测电路的动态计算

第四节 光电信号检测电路的噪声

第五节 前置放大器

第六节 光电检测电路举例

第五章 光电直接检测系统 (4 学时)

本章重点和难点：光电直接检测系统工作原理；光电直接检测系统基本参数

第一节 光电直接检测系统的基本工作原理

第二节 光电直接检测系统的基本特性

直接检测系统的距离方程

光电直接检测系统举例

光外差检测系统

(4 学时)

本章重点和难点：光外差检测原理；光外差检测系统特性

第一节 光外差检测原理

第二节 光外差检测特性

第三节 影响光外差检测灵敏度的因素

光外差检测系统举例

第七章 光纤传感检测技术

(4 学时)

本章重点和难点：光纤的光波调制技术；分布式光纤传感器

第一节 光纤传感器的基础

第二节 光纤的光波调制技术

第三节 光纤传感器实例

第四节 分布式光纤传感器

第八章 光电信号的数据采集与微机接口

(2 学时)

本章重点和难点：光电信号的二值化处理；光电信号的 A/D 转换

第一节 光电信号的二值化处理

第二节 单元光电信号的 A/D 转换与数据采集

第三节 视频光电信号的 A/D 转换与数据采集

第九章 光电检测技术的典型应用

(4 学时)

本章重点和难点：典型光电检测系统的工作原理；典型光电检测系统的特性参数

第一节 微弱光信号检测技术

第二节 光电开关与光电转速计

第三节 条形码技术

第四节 光电遥控技术

第五节 红外方位检测系统

三、实验内容与学时分配

实验一 光电创新综合实验 1

(3 学时)

实验二 光纤光栅传感原理及应用实验

(2 学时)

实验三 光电信号采集成像综合实验

(3 学时)

四、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

1. 了解光电检测系统的组成及光电技术的概况，掌握光电检测相关参量的意义；
2. 掌握常用光电器件的特性，并学会选择光电检测用光源、探测器以及辅助性光学元件；
3. 了解光电检测系统常用电路的工作原理，掌握光电输入电路的计算，掌握光电信号的二值化处理及 A/D 转换；
4. 掌握光电直接检测系统和光外差检测系统的工作原理和特性；
5. 掌握光纤的光波调制技术，了解分布式光纤传感器原理；
6. 了解典型光电检测系统的应用。

课堂教学应力求使学生弄清基本概念，熟练掌握光电检测的基本原理、基本器件和基本方法。

五、大纲说明

本大纲适用于应用物理学、光源与照明专业。教学总时数为 40 学时，其中理论课 32 学时，实验课 8 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生的实际应用能力。

六、教学参考书

[1] 郭培源. 光电检测技术与应用 (第三版) [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2015 年.

[2] 曾光宇, 张志伟, 张存林主编. 光电检测技术 [M], 北京: 清华大学出版社. 2005 年.

[3] S.O. Kasap. Optoelectronics And Photonics [M], 北京: 电子工业出版社, 2003 年.

七、学习网站

[1] 光 电 探 测 与 信 号 处 理 , 长 江 大 学 精 品 课 程 ,
http://jpkc2.yangtzeu.edu.cn:8080/course/Engineer_02/index.html?courseId=8a8a8b2d35802d0801359eb450300534

[2] 检 测 技 术 基 础 , 上 海 交 通 大 学 国 家 精 品 课 程 网 站 ,
<http://www.ie.sjtu.edu.cn/jc/Subpage.aspx?menuID=96>

电子设备散热设计与分析

课程名称: 电子设备散热设计与分析 (Design and Analysis of Electronic Equipment Heat Dissipation)

课程编码: 082133

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, **理论学时**: 40 学时

适用专业: 应用物理学、光源与照明

先修课程: 电子技术

执 笔 人: 吴耀德

审 订 人: 李松

一、课程的性质、目的与任务:

《电子设备散热设计与分析》是应用物理学专业的专业选修课。开设本课程的目的是: 通过本课程的学习使学生掌握一定的电子设备热设计的理论基础、基本知识, 培养学生对各种电子设备用散热器工作原理的定性分析、性能指标的工程计算能力, 为进一步学习和掌握各种发展的电子设备散热技术打下良好的基础。

二、教学内容与学时分配:

第 1 章 电子设备热设计的理论基础概述 (4 学时)

本章重点和难点: 传热学概念及基本定律, 电子元件及设备的各种热控技术及其适用范围。

1.1 引言

1.2 热源与热阻

1.3 传热的基本方式及有关定律

1.4 热控制方法的选择

1.5 稳态传热

1.6 瞬态传热

1.7 耗散功率的规定

1.8 电子器件的理论耗散功率

第2章 电子设备用肋片式散热器 (4 学时)

本章重点和难点：肋片式散热器性能分析；肋片式散热器设计原理。

2.1 概述

2.2 肋片散热器的传热性能

2.3 针肋散热器及其他断面肋

2.4 肋片参数的优化

2.5 散热器在工程应用中的若干问题

第3章 电子设备用冷板设计 (6 学时)

本章重点和难点：冷板的换热计算；冷板的设计步骤。

3.1 概述

3.2 冷板的结构类型

3.3 冷板传热表面的几何特性

3.4 无相变工况下冷板传热表面的传热和阻力特性

3.5 冷板的压力损失

3.6 冷板传热计算中的基本参数和方程

3.7 冷板的设计计算

3.8 冷板式强迫液体冷却系统

第4章 机箱和电路板的传导冷却 (6 学时)

本章重点和难点：均匀分布热源的稳态传导原理；非均匀截面壁的机箱结构建模。

4.1 集中热源的稳态传导

4.2 均匀分布热源的稳态传导

4.3 铝质散热芯电路板

4.4 非均匀截面壁的机箱

4.5 二维热阻网络

4.6 空气接触面的热传导

4.7 接触面在高空的热传导

4.8 电路板边缘导轨

第5章 电子元件的安装和冷却技术 (6 学时)

本章重点和难点：电子元件的安装要求；大功率元件的绝缘。

5.1 各种类型的电子元件

5.2 印制电路板上元件的安装

5.3 大功率元件的安装

5.4 大功率元件的绝缘

第6章 电子元器件与组件的热设计 (6 学时)

本章重点和难点：机箱的自然对流换热表面传热系数计算；电路板机箱的强迫通风设计。

6.1 引言

6.2 印制电路板机箱的自然对流冷却

6.3 印制电路板机箱的强迫通风设计

第7章 电子设备的辐射冷却 (4 学时)

本章重点和难点：辐射传热的简化方程。

7.1 电子设备的辐射冷却概述

7.2 辐射传热的简化方程

7.3 对流和辐射的综合传热

第8章 电子设备的相变冷却 (4 学时)

本章重点和难点：相变冷却系统设计。

8.1 概述

8.2 相变冷却系统

8.3 相变冷却系统设计

三、教学基本要求

掌握电子设备热设计的理论基础，电子设备用肋片式散热器及冷板的设计，机箱和电路板的传导冷却，电子元件的安装和冷却技术，电子设备的风冷设计，电子设备的辐射冷却、相变冷却在电子设备散热设计中的应用。使学生具有电子设备散热设计的能力，具有定量分析计算，解决实际问题的能力。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学、光源与照明本科专业。教学总时数为 40 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生散热原理分析和散热设计能力。

五、教学参考书

[1] 余建祖，电子设备热设计与分析技术，[M]．北京：高等教育出版社，2002 年。

电子材料测试方法

课程名称：电子材料测试方法（Electronic materials measurement）

课程编码：082116

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中：**理论学时**：32 学时；**实验学时**：8 学时。

适用专业：应用物理学

先修课程：大学物理、半导体物理

执 笔 人：郁春潮

审 订 人：李松

一、课程的性质、目的与任务

本课程是应用物理专业的一门专业选修课程，实践性较强。其任务是使学生掌握电子元器件的分类、识别、检测等基本技能，同时结合本课程特点培养学生实事求是的科学态度和较强的动手操作能力，为今后从事的实际操作打下必要基础。

二、教学内容与学时分配

第一章 电阻的识别与检测 (2 学时)

教学重点与难点：掌握电阻的分类、识别和检测方法

第一节 电阻的分类

第二节 电阻的识别

第三节 电阻的检测

第二章 电容的识别与检测 (2 学时)

教学重点与难点：掌握电容的分类、识别与检测方法

第一节 电容的分类

第二节 电容的识别

第三节 电容的检测

第三章 电感的识别与检测 (2 学时)

教学重点与难点：掌握电感的分类、识别与检测方法

第一节 电感的分类

第二节 电感的识别

第三节 电感的检测

第四章 二极管的识别与检测

(3 学时)

教学重点与难点：掌握各种常用二极管的特点以及二极管的识别、检测方法

第一节 二极管的分类

第二节 二极管的识别

第三节 二极管的检测

第五章 三极管的识别与检测

(4 学时)

教学重点与难点：掌握常用三极管的分类、识别与检测方法

第一节 三极管的分类

第二节 三极管的识别

第三节 三极管的检测

第六章 场效应管、晶闸管和单晶体管的识别与检测

(3 学时)

教学重点与难点：掌握场效应管、晶闸管、单晶体管的识别与检测方法

第一节 场效应管的识别与检测

第二节 晶闸管的识别与检测

第三节 单晶体管的识别与检测

第七章 常用集成电路的识别与检测

(3 学时)

教学重点与难点：掌握常用集成稳压电路、运放和音频功率放大器的识别和检测方法

第一节 集成电路的分类

第二节 集成稳压器

第三节 集成运算放大器的分类、特点及外形

第四节 集成音频功率放大器的分类、特点及外形

第五节 集成电路的识别

第六节 集成电路的检测

第八章 机电元件的识别与检测

(2 学时)

教学重点与难点：掌握开关与连接器的分类与检测方法

第一节 开关的识别与检测

第二节 连接器

第九章 电声换能器件的识别与检测

(2 学时)

教学重点与难点：了解扬声器、压电蜂鸣片、蜂鸣器、话筒的工作原理与检测方法

第一节 扬声器

第二节 耳机

第三节 压电蜂鸣片、蜂鸣器

第四节 话筒

第十章 LED 显示器件

(3 学时)

教学重点与难点：掌握数码管的内部连接方式以及点阵的检测方法

第一节 数码管

第二节 点阵

第十一章 石英晶体振荡器及陶瓷谐振元件的识别与检测

(3 学时)

教学重点与难点：了解石英晶体振荡器及陶瓷谐振元件的特性和掌握其识别与检测方法

第一节 石英晶体振荡器

第二节 陶瓷谐振元件

第十二章 控制及自动控制元件

(3 学时)

教学重点与难点：掌握常用控制及自动控制元件的分类，特点，技术指标及检测

第一节 继电器

第二节 熔断器

第三节 温控器

三、实验项目与教学内容（学时具体分配见下表）：

(8 学时)

序号	实验项目	实验内容	学时	实验要求
实验一	电阻、电容、电感和二极管的识别与检测	电阻、电容、电感和二极管的识别与检测	2	掌握电阻、电容、电感的识别、电学性质的了解与性能检测方法；了解二极管的单向导电特性；掌握二极管的识别和性能检测方法及其基本应用电路的组成；
实验二	三极管、场效应管、晶闸管和单结晶体管的识别与检测	三极管、场效应管、晶闸管和单结晶体管的识别与检测	2	了解三极管的电流放大特性；掌握三极管、场效应管、晶闸管和单结晶体管的识别和性能检测方法及其基本应用电路的组成；
实验三	常用集成电路、机电元件的识别与检测	常用集成电路、机电元件的识别与检测	2	了解集成稳压器、运算放大器和音频功率放大器等集成电路的分类、识别、特点和外形特点；掌握机电元件开关的识别和检测、基本应用电路的组成。
实验四	电声换能器件、LED 显示器件和石英晶振、陶瓷谐振元件的识别与检测	电声换能器件、LED 显示器件和石英晶振、陶瓷谐振元件的识别与检测	2	掌握电声换能器件的识别与检测、基本应用电路的组成。了解数码管的内部连接方式及点阵检测方法；了解石英晶体振荡器及陶瓷谐振元件的识别与检测

四、教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

本课程内容通过课堂讲授、课堂讨论来实现教学总体要求。在教学中应注意培养学生的严谨的治学态度，引导学生逐步掌握电子材料与元器件的理论学习、研究方法和应用技术，培养学生的浓厚的学习兴趣。具体各章知识点如下：

1. 掌握电阻的分类，识别与检测方法。
2. 掌握电容的分类，识别与检测方法。
3. 掌握电感的识别与检测方法。
4. 掌握二极管的分类，识别与检测方法。
5. 掌握三极管的分类，识别与检测方法。
6. 掌握场效应管、晶闸管和单结晶体管的识别与检测方法。
7. 掌握常用集成电路的识别与检测方法。
8. 掌握开关与连接器的分类与检测方法。
9. 掌握常用电声换能器件的识别与检测方法。
10. 掌握常用 LED 显示器件的主要参数及检测方法。

11. 掌握石英晶体振荡器及陶瓷谐振元件的识别与检测方法。

12. 掌握常用控制及自动控制元件的分类，特点，技术指标及检测方法。

本课程采用课堂讲授和课堂讨论相结合的手段开展教学，加强平时的辅导和答疑。积极采用现代化多媒体手段，提高学生的学习积极性并发挥它的主观能动性，努力推进教学改革，提高教学效果。

五、大纲说明

本大纲适用于应用物理本科专业。本课程宜安排在学生学完电子技术等有关基础课程之后的第四学年上学期。教学总时数为 40 学时（含 8 学时的实验教学内容）。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生理论与实践相结合的能力。

本大纲仅规定基本内容和深、广度的要求，而对教学体系和层次未作详细规定，讲授时应根据各专业实际需求，可作适当调整。

六、教学参考书

[1] 王学屯, 秦根红. 常用元器件的识别与检测[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010 年.

[2] 陈颖. 电子材料与元器件[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003 年.

[3] 周东祥. 电子材料与元器件测试技术[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 1994 年.

七、教学及考核方式

教学方式: 多媒体教学。结合大量应用实例, 对各种实际问题展开深入的讨论, 充分激发学生的思考力, 提高学生分析和解决问题的能力。课堂多媒体演示讲解; 课堂讲解习题和讨论。

考核方式: 考查。学期总成绩包括平时成绩（含实验内容）和课程结业作业两部分组成。平时成绩包括平时记录的出勤情况、课堂提问、课后作业以及实验操作等, 占 50%; 课程结业作业占 50%。

嵌入式系统

课程名称: 嵌入式系统 (Embedded System)

课程编码: 082099

学 分: 2.5

总 学 时: 40 学时, 其中, **理论学时:** 30 学时; **上机学时:** 10 学时

适用专业: 应用物理学专业, 光电信息科学与工程

先修课程: 微机原理、C 语言程序设计

执 笔 人: 李太全

审 订 人: 姚 平

一、课程的性质、目的与任务

嵌入式系统设计是应用物理等专业的一门专业选修课程。随着后 PC 时代的到来, 以高速度、高可靠、低功耗为特征的嵌入式系统的应用日益广泛和深入, 嵌入式系统设计在计算机科学与技术专业课程体系中的地位愈发重要。学生通过本课程的学习, 需要掌握嵌入式系统的组成和基本原理、ARM 体系结构特点、嵌入式系统设计的一般原理及方法、以及嵌入式操作系统的基本原理及应用等。

二、教学内容与学时分配

课堂讲授的教学内容

绪论

嵌入式系统开发基础（基本概念、组成结构、硬件组成、操作系统、应用软件开发、嵌入式系统开发流程）

ARM 体系结构及汇编指令集

ARM 技术概述；ARM 处理模式和状态、ARM 存储器组织、ARM 异常中断；ARM 寻址方式；ARM 指令集、Thumb 指令集、ARM 汇编程序规范、ARM 汇编程序特点

基于 ARM 的嵌入式系统程序设计基础

ARM 汇编语言程序设计、嵌入式 C 语言程序设计及技巧、C 语言与汇编语言混合编程、基于 ARM 的软件开发环境

基于 ARM 核微处理器 S3C44B0X 的扩展接口技术

S3C44B0X 微处理器及其硬件开发平台、基于 S3C44B0X 的嵌入式系统体系结构；存储器扩展接口、UART 异步串行接口、USB 设备接口、通用 I/O 口应用、A/D 和 D/A 接口应用。

嵌入式操作系统及移植应用

嵌入式操作系统基本概念：进程、进程调度、进程间通信机制；开放源码的 $\mu\text{C} / \text{OS-II}$ 及内核分析； $\mu\text{C} / \text{OS-II}$ 在 ARM 微处理器上的移植；基于 $\mu\text{C} / \text{OS-II}$ 建立自己的 RTOS

嵌入式应用软件设计

嵌入式应用系统的层次结构特点、几种不同层面的应用开发方法；基于 $\mu\text{C} / \text{OS-II}$ 的应用软件设计开发

嵌入式应用开发实例

实例一：嵌入式机器人控制器设计；实例二：嵌入式工程机械智能监控器

(二) 课堂讨论的教学内容

下列内容可以安排讨论课：

1. 嵌入式系统的应用及发展趋势
2. 嵌入式系统设计的原理及方法

(三)实验的教学内容

- | | |
|--|--------|
| 1. 嵌入式系统开发环境 | (2 学时) |
| 2. S3C44B0X 功能及应用编程 | (2 学时) |
| 3. 基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的应用系统开发 | (4 学时) |
| 4. 综合应用设计 | (2 学时) |

三、教学基本要求

通过本课程的学习，学生应能达到下列要求：

- 1.掌握嵌入式系统的概念、体系结构、系统组成及设计方法；
- 2.掌握 ARM7 的微处理器结构和指令系统以及嵌入式系统的分析与设计方法，了解嵌入式操作系统和嵌入式网络技术；
- 3.掌握以 S3C44B0 系列嵌入式微处理器的硬件资源、指令系统，并以它为核心，能够进行实际系统的设计与分析；
- 4.通过实例学习，重点掌握嵌入式系统的应用开发。

四、学时分配表

内 容	讲 课	讨 论	实 验	小 计
绪论	1	1		2
(一)ARM 体系结构及汇编指令集	4		2	6
(二)基于 ARM 的嵌入式系统程序设计基础	4			4

(三)基于 ARM 核 S3C44B0X 的扩展接口技术	5		2	7
(四)嵌入式操作系统及移植应用	4	1		5
(五)嵌入式应用软件设计	6		4	10
(六)嵌入式应用开发实例	4		2	6
合 计	28	2	10	40

五、大纲说明

1)与其它课程的关系

嵌入式系统设计是一门以“计算机组成原理”、“汇编语言程序设计”、“微型计算机技术”、“C 语言程序设计”、“操作系统”等课程为基础的综合应用性较强的专业基础课程，在学习过程中，要运用许多上述课程的基本知识，例如处理器结构、指令系统、操作系统等。

(2)其他专业运用此大纲的意见

本大纲适用于应用物理学专业的嵌入式系统课程。其它专业应采用“嵌入式系统设计及应用技术”教学大纲。

六、教学参考书

- [1] 王田苗. 嵌入式系统设计与实例开发（第 2 版）[M] 北京：清华大学出版社，2003 年.
- [2] 田泽. 嵌入式系统开发与应用教程[M] 北京：北京航空航天大学出版社，2005 年.
- [3] 贾智平，张瑞华. 嵌入式系统原理与接口技术[M] 北京：清华大学出版社，2005 年.
- [4] 胥静. 嵌入式系统设计与开发实例详解[M] 北京：北京航空航天大学出版社，2005 年.

光电系统与控制技术

课程名称：光电系统与控制技术（Photoelectric System and Control Technology）

课程编码：082081

学 分：2.5 分

总 学 时：48 学时，其中，理论学时：32 学时，实验学时：8 学时

适用专业：应用物理学、光源与照明

先修课程：光学、电子技术、单片机原理及应用、LED 及其应用技术

执 笔 人：徐益平

审 订 人：李 松

一、课程的性质、目的与任务

光电系统与控制技术是应用物理学专业的一门专业选修课。本课程讲述 LED 驱动电源的特点、设计思路、驱动方式，可以为学生在照明行业从事相关工作打下基础。

本课程的任务是使学生掌握 LED 驱动电源基础知识、线性电源驱动技术、隔离与非隔离开关电源供电技术，以及 LED 典型照明工程的驱动设计、典型驱动芯片的使用方法，以便于在今后的科研和生产实践中应用。

二、教学内容与学时分配

第一章 LED 原理及特性分析

（4 学时）

本章重点和难点：LED 结构；LED 主要参数及特性

第一节 LED 技术分析及发展

LED 分类

国内 LED 主要应用领域

LED 结构

LED 主要参数及特性

第二章 LED 驱动及线性电源供电技术

(4 学时)

本章重点和难点：LED 驱动电源技术；LED 线性驱动电源技术

第一节 LED 驱动电源技术分析

第二节 LED 线性驱动电源供电技术

第三章 LED 基本驱动电路

(4 学时)

本章重点和难点：LED 基本驱动电路结构；LED 基本驱动电路工作原理

第一节 概述

第二节 电容降压式 LED 驱动

第三节 电荷泵式 LED 驱动

第四节 电感式 LED 驱动

第四章 非隔离型 LED 开关电源供电与驱动技术

(4 学时)

本章重点和难点：变换电路结构；变换电路工作原理

第一节 概述

第二节 降压型变换电路及应用

第三节 升压型变换电路及应用

降—升压型变换电路

第五章 隔离型 LED 开关电源供电与驱动技术

(6 学时)

本章重点和难点：变换器电路结构及工作原理；变换器的实际应用

第一节 简介

第二节 单端正激式变换器及 LED 驱动实例

第三节 单端反激式变换器及 LED 驱动实例

半桥式变换器及 LED 驱动实例

全桥式变换器及 LED 驱动实例

第六节 推挽式变换器及 LED 驱动实例

LED 典型工程供电驱动实例

(6 学时)

本章重点和难点：LED 典型应用驱动特点；LED 典型应用驱动设计

第一节 射灯类驱动实例

第二节 太阳能 LED 路灯驱动实例

第三节 LCD 背光源 LED 驱动实例

第四节 LED 显示屏驱动实例

第七章 典型 LED 驱动芯片与应用

(4 学时)

本章重点和难点：LED 常用驱动芯片工作原理；LED 常用驱动芯片的应用

第一节 全球生产 LED 驱动芯片著名公司列表

第二节 ADD Microtech Corp 产品

第三节 英国 Zetex（捷特科）公司

第四节 华润矽威科技有限公司

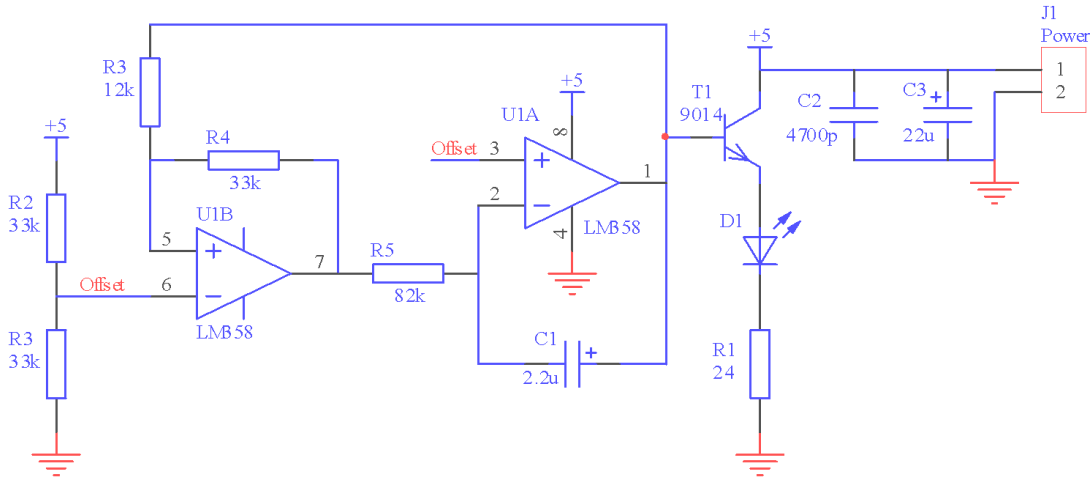
第五节 Linear Technology Corporation（凌特公司）产品

第六节 安森美公司（ON Semiconductor）产品

第七节 美信公司（Maxim）产品
第八节 上海芯龙半导体有限公司产品
实验一 LED 闪烁灯电路装调

(4 学时)

1. 目的要求
了解驱动电路及其元件的功能、作用；掌握 LED 驱动电路的装调。
2. 方法原理
LED 闪烁灯电路图：



3. 主要实验仪器及材料
LED、双通用运算放大器、电子元件若干
4. 掌握要点
LED 闪烁灯电路搭建调试。
5. 实验内容
(1) 搭建闪烁灯电路；
(2) 电路接入 5V 电源电压，观察 LED 发光二极管的显示状态，记录电源电压电流数值。
- 实验二 LED 点阵字符驱动实验 (4 学时)

1. 目的要求
掌握用 CPU 控制扫描的方法实现点阵 LED 显示器的字符、图形的显示；了解大容量显示器点阵图形显示驱动扩展的一般方法。
2. 方法原理
LED 点阵显示屏是由 4 块 8x8LED 点阵级联成为 16x16LED 点阵，由单片机控制，按照程序中的控制命令和字模数据表输出相应汉字。
3. 主要实验仪器及材料
单片机最小系统、电源模块、8x8 点阵 LED 显示器四块、AT89C51 单片机、74HC154N 两片、HD74LSO4P 一片
4. 掌握要点
LED 点阵显示驱动方法。
5. 实验内容
驱动 LED 点阵显示屏显示出“长江大学”字样。
- 三、教学基本要求
教学过程中，对学生的要求：

1. 掌握 LED 驱动电源基础知识；
2. 掌握线性电源驱动技术、隔离与非隔离开关电源供电技术；

3. 掌握 LED 典型照明工程的驱动设计；

4. 掌握典型 LED 驱动芯片的特点和使用方法；

课堂教学应力求使学生弄清基本概念，掌握 LED 驱动电源的设计方法。

四、大纲说明

本大纲适用于应用物理学专业。教学总时数为 48 学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学，注意培养学生的实际应用能力。

五、教学参考书

[1] 陈纯锴. LED 驱动电源技术与应用 [M]. 北京：电子工业出版社，2014 年.

[2] 杨恒. LED 照明驱动器设计步骤详解 [M]. 北京：中国电力出版社，2010 年.

六、教学方式及考核

教学方式：多媒体教学。结合大量应用实例，对各种实际问题展开深入的讨论，充分激发学生的思考力，提高学生分析和解决问题的能力。

考核方式：考查。学期总成绩包括平时成绩和课程结业作业两部分组成。平时成绩包括平时记录的出勤情况、课堂提问、课后作业等，占 20%；课程结业作业占 80%。

专业英语

课程名称：专业英语（Professional English of Physics）

课程编码：082003

学 分：2 分

总 学 时：32 学时，其中，理论学时：32 学时

适用专业：应用物理学

先修课程：大学物理

执 笔 人：李松

审 订 人：肖循

课程的性质、目的与任务

专业英语属于专业选修课，适用于应用物理学专业（物理电子学方向）学生。

通过本课程的学习，使学生掌握有关物理专业英语词汇，具备一定阅读英文书籍、资料、文献的能力，能够用英文读、写科技论文；使学生具有理论紧密联系实际的能力，训练学生的科学思维和分析、解决问题的能力，培养具有国际视野，具有国际竞争力的高素质专业人才。

教学内容与学时分配

Part One Mechanical Systems (6 periods)

1. Newton's Law
2. Work and Energy
3. Momentum and Impulse
4. Conservation of Momentum

Part Two Thermotics (4 periods)

1. Temperature and Thermal Equilibrium
2. Internal Energy and the First Law of Thermodynamics
3. The Second Law of Thermodynamics

Part Three Optics (6 periods)

1. Nature of Light

2. Geometric Optics

3. Physical Optics

Part Four Electricity

(6 periods)

1. Energy and Power in Electric Circuits

2. Kirchhoff's Rules

3. Abbreviation in Electronics and Circuits

Part Five Modern Physics

(6 periods)

1. Introduction

2. Invariance of Physical Laws

3. Spacetime Diagrams

4. The Doppler Effect

Part Six Writing

(4 periods)

1. Preparation and Plan

2. The Structure of the Presentation

3. Tricks

4. Exercise

教学基本要求

教学过程中，对学生的要求：

掌握专业英语词汇及其使用方法；

通过英文论文和参考资料了解该行业的最新进展；

具备进行学术英语写作以及学术英语交流的能力。

大纲说明

本大纲教学总时数为 32 学时，均为理论学时。课堂教学以教学参考书为参考材料，按照本大纲的内容进行教学。

本课程宜安排在学生学完各专业课程之后的第四学年上学期进行。

教学参考书

[1] 李淑侠,刘盛春.《物理专业英语》.哈尔滨工业大学出版社,2005 年。

[2] 孙江宏等.《物理专业科技英语》.陕西师范大学出版社,2014 年。

电子技术课程设计与 CAD(A)

课程名称：电子技术课程设计与 CAD(A)

学 分：3 分

总 学 时：3 周

适用专业：应用物理学

执 笔 人：李 林

审 订 人：李 松

一、课程设计目的与任务

电子技术课程设计与 CAD 是学生学习电子技术课程后十分重要的实践性教学环节之一，是对学生学习电子技术的综合性训练，通过学生独立进行某一个或两个课题的设计、仿真、安装和

调试，达到培养创新和解决实际问题的能力。

二、教学基本要求

- 1、综合运用电子技术课程中所学到的理论知识，独立完成一个或两个设计课题。
- 2、通过查阅手册和文献资料，培养学生独立分析和解决实际问题的能力。
- 3、学会对一般电子电路设计和仿真的基本方法。学会使用基本元件库、基本器件库；学会使用仪表库中的仪表测量参数；学会使用仪器库中的常用仪器，如：示波器、信号发生器、逻辑分析仪等。
- 4、学会运用虚拟电子实验台在微机上完成所设计电路的仿真，以掌握电子电路设计方法的新手段，培养学生设计能力。根据要仿真的实际情况，对电路中元器件的参数会进行修改和选择。
- 5、利用 EDA 软件进行仿真研究，直至获取满意结果，包括获取仿真电路、用虚拟仪器仪表获取的测量值、波形图等。通过图、表和与理论值的误差分析等对仿真结果进行分析和评价。
- 6、完成设计与仿真报告。
- 7、学会撰写课程设计总结报告。
- 8、培养学生严肃认真的工作作风和严谨的科学态度。

三、课程设计内容

课程设计内容包括模拟电子技术、数字电子技术和微机原理三者综合运用内容。分类如下：

检测类：包含有传感放大电路、DAC 和 ADC 等。

功放类：包含有音调控制电路、OCL 电路和 OTL 电路等。

控制类：自动控制、声控、光控、摇控等。

报警类：声、光、电报警电路。

电源类：调光电源、直流节能开关电源、充电电源、微电机驱动电源等。

信号类：典型的正弦波、三角波、方波、梯形波和多波形函数发生器等。

计时类：正、倒计时译码显示电路、定时开关电路、中规模 IC 电子钟等。

四、时间安排

(一)、第一周时间内完成以下项目：

- 1、布置设计任务，提出设计要求，介绍典型设计范例。(1 天)
- 2、根据课程设计要求查资料，定题目和方案。(1 天)
- 3、设计计算，作出设计方案。(2 天)
- 4、老师检查设计方案。(1 天)

(二) 第二周时间内完成以下工作：

- 1、熟悉 EWB 的仿真环境，介绍使用方法，学习各种仿真分析方法及仪器仪表的使用方法。(3 天)
- 2、电子技术的仿真练习。(1 天)
- 3、完成设计电路的仿真，列出器件清单。(1 天)

(三)、第三周时间完成以下项目。

- 1、根据设计报告的器材清单领取器材。
- 2、根据设计报告的电路图和测试步骤，到实验室进行焊接、测试。
- 3、学生撰写课程设计报告。
- 4、根据设计报告和测试结果进行验收。
- 5、课程设计答辩抽查。

五、组织管理

- 1、由院、系指派经验丰富的专业教师担任指导教师。

- 2、课程设计实行指导教师负责制，由指导教师全面负责课程设计的指导与管理工作。
- 3、课程设计分基本内容和选做内容两部分，学生在完成了基本内容后，可做选做内容。
- 4、鼓励学生自拟课题。

六、成绩考核与评定

指导教师对学生在课程设计期间的表现，所完成的设计任务、电路设计图、设计计算及仿真结果的质量和设计的成功情况进行综合考核。采用优（>90 分）、良（80~89 分）、中（70~79 分）及格（60~69 分）、不及格（<60 分）五级记分制评定学生课程设计成绩。

具体评定标准如下：

（1）考勤与遵守纪律情况	10%
（2）电路设计原理说明	20%
（3）电路设计质量	50%
（4）设计报告	20%

七、课程设计教学指导书和参考书

- [1] 李忠波著.《电子设计与仿真技术》[M]. 北京：机械工业出版社，2004 年.
- [2] 杨刚、周群主编，《电子系统设计与实践》[M]. 北京：电子工业出版社，2004 年.
- [3] 陈大钦，《电子技术基础实验》（第三版）[M]. 北京：高等教育出版社，2008 年.

新能源材料与工程实训

课程名称：新能源材料与工程实训

学 分：2 分

总 学 时：2 周

适用专业：应用物理学

执 笔 人：蒋 龙

审 订 人：李 松

一、性质、目的与任务

新能源材料与工程是新能源材料方向的一门理论性和实用性很强的课程。本课程是新能源材料领域综合和前沿知识的论述，突出新能源材料领域涉及的方方面面，有助于推动新能源学科的发展，促进新能源技术与工程的研究。

本课程的教学目标是通过本课程的学习，要求学生比较全面系统地掌握新能源材料的成分、组织结构与性能，了解材料在新能源领域应用的现状及其所发挥的重要作用，掌握新能源电池的制作技术。通过本课程的学习，为研究开发新能源领域应用的新材料和新技术奠定良好的理论基础。

本课程的教学任务是介绍一种新型能源材料（锂离子电池材料，燃料电池材料，太阳热利用材料，以及风能、核能等新能源材料）及其相应的工艺技术。

二、教学基本要求

- 1.本课程的性质、任务与教学目标，掌握本课程各章内容结构及其相互关系。
- 2.了解新能源的概念，新能源材料基础，新能源材料的应用现状。
- 3.在说明本课程的教学方法与教学组织安排，理解本课程中各种新能源材料的共同基础与各自的特点。

三、课程设计内容

1. 新能源材料的工作原理；
2. 新能源材料的制备工艺与表征技术；
3. 新能源电池组装及其工艺；

四、时间安排

课程设计的题目应提前布置，以便学生作好充分准备。2 周的课程设计主要分成以下几个阶段：

1. 新能源材料的准备阶段 (2 天)
查阅资料，了解新能源材料的工作原理；学生在指导老师的指导下，熟悉各种材料的性能要求。
2. 新能源电池组装练习阶段 (3 天)
在指导老师指导下，练习电池组装中各个步骤。
3. 单电池组装阶段 (3 天)
按照要求，学生独立完成单电池组装制作
4. 新能源电池的测试阶段 (2 天)
对学生组装好单电池，指导进行性能测试方法，指导教师将综合每一学生 2 周的表现及动手操作的熟练程度结果及进行综合评分。

五、组织管理

1. 由院、系指派经验丰富的专业教师担任指导教师。
2. 实训实行指导教师负责制，由指导教师全面负责实训指导与管理工作。

六、成绩考核与评定

通过测试新能源电池的输出性能，并结合学生的动手能力，独立分析解决问题的能力，实训总结报告、学习态度综合考评。成绩分优、良、中、及格和不及格五等。

考核标准包括：

1. 组装电池的工艺技术 (50%)
2. 学生的解决问题的能力 (30%)
3. 学习心得和总结报告 (20%)

七、教学指导书和参考书

- [1] 艾德生，高喆编著.《新能源材料—基础与应用》.化学工业出版社，2010 年.
- [2] 张淑谦，杨京京，童忠良.《新能源材料与应用》.国防工业出版社，2008 年.

LED 封装实训

课程名称：LED 封装实训

学 分：1 分

总 学 时：1 周

适用专业：应用物理学

执 笔 人：熊艳

审 订 人：李松

一、性质、目的与任务

LED 封装实训是应用物理学专业的一个重要的实践教学环节，是对学生的一次较全面、综合的专业素养训练。其基本目的是：

1. 使学生掌握 LED 的基础知识，了解 LED 的原材料。
2. 使学了解 LED 芯片封装工艺的具体操作步骤、注意事项及封装工艺对芯片发光性能的影响。
3. 掌握封装的配光基础、性能指标与测试，以及 LED 封装防静电的知识和行业标准等的基本理论和基本方法，为学生将来从事光电器件及其应用方向的工作打下坚实的基础。

二、教学基本要求

1. 掌握 LED 的基础知识，了解 LED 的原材料、封装制程。
2. 掌握 LED 的封装形式与技术、封装的配光基础、性能指标与测试。
3. 能独立完成大功率 LED 的封装过程，并对封装过程中出现的各种问题进行初步分析，解决简单仪器故障。
4. 能对已有的工艺做出合理的修改，对新出现的 LED 产品能自行设计适合该产品的封装工艺步骤。

三、课程设计内容

LED 的封装

四、时间安排

课程设计的题目应提前布置，以便学生作好充分准备。1 周的课程设计主要分成以下几个阶段：

1. LED 封装的准备阶段 (1 天)
查阅资料，了解 LED 芯片的结构特点及 LED 发光原理；学生在指导老师的指导下，熟悉各种实验设备的原理，并能熟练使用和规范操作。
2. LED 封装练习阶段 (1 天)
在指导老师指导下，练习 LED 封装中各个步骤。
3. LED 封装阶段 (2 天)
按照要求，学生独立完成 LED 的封装制作。
4. LED 性能测试阶段 (1 天)
对学生封装好的 LED，进行发光性能的测试，指导教师将综合每一学生 1 周的表现及 LED 光学性能测试结果及进行综合评分。

五、组织管理

1. 由院、系指派经验丰富的专业教师担任指导教师。
2. 实训实行指导教师负责制，由指导教师全面负责实训指导与管理工作。

六、绩效考核与评定

通过测试 LED 的光学性能，并结合学生的动手能力，独立分析解决问题的能力，实训总结报告、学习态度综合考评。成绩分优、良、中、及格和不及格五等。

考核标准包括：

1. 考勤与遵守纪律情况 (10%)
2. 封装好 LED 光学性能情况 (60%)
3. 学生的解决问题的能力 (20%)
4. 总结报告 (10%)

七、教学指导书和参考书

[1] 苏永道，吉爱华，赵超.《LED 封装技术》[M]. 上海：上海交通大学，2010 年.

毕业设计（论文）

课程名称：毕业设计（论文）

学 分：8 学分

总 学 时：12 周

适用专业：应用物理学

执 笔 人：肖循

审 订 人：田永红

一、性质、目的与任务

毕业设计（论文）是应用物理学专业本科学生必修的一门实践课程，是大学四年教学的最后一个重要环节。

通过毕业设计（论文）培养学生综合运用所学基础课、技术基础课和专业课的知识与理论，分析和解决工程技术问题的独立工作能力；巩固、深化和扩大学生所学基本理论、基本知识和基本技能；综合训练学生进行工程、科学研究的基本过程、方法和程序，如调查研究、查阅文献以及文献综述和立题论证，试验或设计方案的制定与论证，理论分析与实验研究，结果分析、报告、总结、撰写科技论文；培养学生创新能力、团队精神和良好的学术思想。

二、教学基本要求

整个毕业论文教学包括以下四个环节：开题论证、中期检查、结题验收和毕业答辩。

毕业设计（论文）指导教师的要求：

1. 确定研究课题的内容，制定工作进度；
2. 提供必要的参考资料及查阅文献资料的范围，审阅学生的文献综述，指导学生进行开题、技术方案的论证；
3. 指导教师要及时掌握学生毕业论文工作的进度和工作中可能遇到的问题，每周至少进行一次答疑和督促检查；
4. 在指导过程中，要充分发挥学生的主观能动性，鼓励创新，着重培养学生的动手能力；

毕业设计（论文）学生的要求：

1. 学生应在指导教师的指导下，按所选毕业设计（论文）题目的要求，独立完成，并最后提交一份毕业设计或论文。
2. 学生结合毕业设计（论文）的内容，至少翻译 3000 汉字（或 20000 字符的外文原文）的外文资料。

三、选题

1. 毕业设计（论文）题目要结合生产实践、科学研究、实验室建设等方面的任务进行。
2. 毕业设计题目必须是与物理学、光信息科学、电子科学技术相关的问题，结合计算物理方法及计算机的应用，要求能让学生独立和综合地处理问题。
3. 选题提倡与指导教师的科研课题相结合或生产实际问题相结合。所选题目应该兼顾理论与实验的结合，尽量避免单纯的理论分析或单纯的计算机模拟。
4. 题目的难易程度和工作量要适宜，使学生在规定的时间内工作饱满；
5. 毕业论文题目由具有讲师（含讲师）职称以上的教师提出，同时说明该题目的研究意义、内容和具体要求，上报系本科生教学指导小组讨论通过后，经主管教学院（系）领导签字向学生公布。

四、内容和任务

应用物理学专业毕业设计（论文）大体上可分为技术应用型、实验研究型、文献综述型等。

主要包括物理学、光信息科学、电子科学等方面的理论与应用研究、基础物理实验和专业实验研究及新理论、新技术的文献调研综述等方面的内容。

1. 技术应用型

明确课题的来源及其实际意义。设计中要有方案论证、正确的理论依据、计算分析和完整的图纸表文。设计的各种图表要齐全、规格化，并对设计进行可行性分析。

对程序设计内容，要有详细的程序框图和程序清单，程序结构要优化，设计应用的理论正确，对所编制的软件要有计算实例与分析。

所完成的图纸质量要符合国家有关技术规范要求。

2. 实验研究型

明确研究题目的意义及所要解决的问题。能自己设计或在导师的指导下设计出最佳的实验方案与流程，熟悉和掌握实验原理及有关的理论，对有关的实验设备会进行安装调试，对实验现象要进行详细记载和综合分析，对实验数据会进行处理（包括误差分析、数据拟合等）。通过实验研究得出明确的结论及对实际生产的指导意义。

3. 文献综述型

要明确文献调研的实际意义以及所要解决的问题。通过文献调研，对应用物理学的某一方面的国内外研究动态及发展趋势有明确的认识和评价，并综合提出解决某一问题的途径与方法。

五、时间安排

毕业设计安排在第七、八学期进行，其中第七学期 2 周，第八学期 10 周，各阶段安排如下：

1. 开题报告：时间约 1 周。主要是导师向学生交待题目的来源、意义、工作设想和要求，并以毕业设计（论文）任务书的形式，下达给学生，给学生指出主要的参考书和参考资料的查找范围，学生按要求进行文献调研，写出开题报告，开题报告应包括研究的目的和意义，国内外研究现状和发展趋势，详细研究内容、思路，所采用的实验方法、设计手段以及具体进度计划等。并按内容分组开题报告，由系（或教研室）审查通过后，方可进入设计阶段。

2. 设计阶段：时间约 9 周。学生按开题报告内容和毕业设计任务书的要求，完成设计全部内容（包括方案论证、设计计算、资料翻译、实验、绘图等）。

3. 论文撰写：时间约 1 周。要求层次清楚、观点正确、表达简练、图文并茂、书写工整，语言流畅，一般不少于 12000 字，所完成的图纸质量应符合国家有关技术规范要求，并对毕业设计期间自己的整个工作及收获作一个自我评价。按长江大学毕业设计（论文）规范化要求对论文进行排版、打印、装订。

4. 报告送审与答辩前的准备：时间约 1 周。学生在答辩前 1 周完成毕业设计报告，并送导师审查，导师详细审查论文完成情况，写好“审查意见”后连同报告送评阅教师评阅，评阅教师由答辩委员会聘请，评阅人根据设计任务完成情况和论文水平写出评阅意见，明确是否同意参加答辩，连同报告一起交答辩委员会。答辩委员会按要求进行资格审查，并公布有答辩资格的学生名单，凡准许参加答辩的学生应作好答辩前的一切准备工作。

5. 论文答辩：时间约 0.5 周。主要按学生毕业设计内容分组答辩，由答辩委员会根据审查意见，评语及答辩情况归纳出简要评语，确定成绩，最后完成论文归档等。

六、组织管理

1. 学院成立毕业设计（论文）工作领导小组，全面负责本院毕业设计工作的动员、组织、安排、管理等工作。

2. 系（教研室）按毕业设计（论文）工作条例的要求，选派毕业设计（论文）指导教师。

3. 毕业设计（论文）实行指导教师负责制，由指导教师全面负责对学生的指导与管理工作。

七、成绩评定

毕业设计（论文）成绩的评定采用结构评分的方法，由指导教师、评阅教师和教师答辩小组分别评分，各以 100 分计，其中指导教师评分占 40%，评阅教师评分占 30%，答辩小组评分占

30%。

毕业设计（论文）成绩可按优秀（90~100）、良好（80~89）、中等（70~79）、及格（60~69）和不及格（60 分以下）五个档次评定。

毕业设计（论文）要严格考核，学生应交出设计或论文报告以及有关的全部资料，如工作手册、实验数据记录本、算稿、调查原始记录等，并按时参加毕业设计答辩。所有毕业生必须参加毕业设计（论文）答辩。

答辩分小组答辩、争优答辩、争议答辩三个过程完成。小组答辩：根据指导教师与被指导学生分离的原则，院学术委员会指定 5 名教师组成小组答辩委员会，由教授或博士担任小组答辩委员会主任进行小组答辩。争优答辩：小组答辩完成后，按 25~30% 推荐学生进行争优答辩，答辩成绩评定为优秀或良好。争议答辩：对小组答辩中成绩最差的最后 1~3 名学生，责成教师指导进行论文修改，经学院审查同意，集中起来进行争议答辩，其成绩评定为中等、及格或不及格。

生产实习

课程名称：生产实习

学 分：4 分

总 学 时：4 周

适用专业：应用物理学

执 笔 人：张华峰

审 订 人：田永红

一、实习的性质、目的与任务

生产实习是应用物理学专业规定的实践性教学环节。应用物理学专业学生经过一部分的基础理论和专业知识学习之后，在进入下一阶段学习之前，参与各种实际生产、研发工作，了解实际生产情况，学习实践经验和一些技能，了解相关的生产流程，并且学会理论联系实际，增强团队精神，经受实际生产工作的锻炼和考验，这对进入下一段的学习和进入社会是十分必要的。

本课程的目的是使学生经受新能源材料或光源与照明方面的实际工作和科学研究的基本技能训练，学会收集整理信息资料，能够运用所学知识分析或者解决实际生产中的一些问题。

二、教学基本要求

1、实习过程中学生必须遵守学校和实习所在单位的有关规章制度，服从指导教师和所在实习单位领导的管理，谦虚谨慎，团结同学，互助友爱，注意安全，保守秘密。

2、实习过程中，讲课和介绍情况时要遵守纪律，认真听讲，认真记录，有问题应虚心请教；现场工作时应严格遵守操作流程，服从工作人员的现场指导，积极主动学习技能和保质保量的完成分配的工作任务。

3、实习期间，学生需每天认真如实填写日志，做好学习记录，同学之间相互交流讨论，在征得单位同意的前提下，收集相关技术资料及生产管理资料，认真研读和学习。

4、实习结束后，学生应及时认真总结实习过程中的收获和感想，思考过程中存在的不足和问题。整理相关资料，撰写《实习总结》，并交由指导教师评阅。

三、实习内容

1、选择技术力量强、技术手段先进、管理水平较高、生产任务饱满的单位，在专业课教师的带领下进行实习。

2、学生以见习员的身份，在实习单位技术人员及带队教师的指导下，参加一定量的专业劳动。

- 3、安排实习单位有经验的工程技术人员为学生授课，一起探索技术问题。
- 4、就近联系相应的科研院所或企业参观实习，组织专题讲座，扩大学生的眼界、丰富学生的知识面。

四、实习方式、实习地点及时间安排

1、实习方式

由指导教师具体指导，集中实习，分组实施。

2、实习地点

武汉、广东、江苏、厦门等大型新能源或半导体照明企业。

3、时间安排

第八学期进行，实习时间 4 周。

五、组织管理

1、由院、系指派有经验的专业教师负责实习的联系、安排、指导和协调工作，按每 20 名左右学生配备 1 名实习指导教师。实习队设队长、副队长（兼管理员）各 1 人，实习队一切事务听从队长安排。

2、聘请实习基地专业人员兼任实习指导教师。

3、分组实习，每组指定一名组长负责具体工作。

六、成绩考核与评定

1、考核内容

由指导教师对学生在实习中的表现和对实习内容的掌握情况进行全面考核。

（1）指导教师鉴定	15%
（2）实习笔记与实习报告	40%
（3）实习单位鉴定	15%
（4）笔试或答疑	30%

2、成绩评定

综合上述考核内容，最后采用优（>90 分）、良（80-89 分）、中（70-79 分）、及格（60-69 分）、不及格（<60 分）五级记分制评定学生实习成绩。