**11193011 离散数学**

**课程代码：**11193011

**课程中文名称：**离散数学

**课程英文名称：**Discrete Mathematics

**学分：**2.5 **周学时：2.5-0.0**

**面向对象：**本科生

**预修课程要求：**微积分（高等数学），线性代数

**一、课程介绍**

**（一）中文简介**

《离散数学》是信息科学技术的理论基础，是一门用算术、代数和算法来解决问题的数学。课程深入浅出地讲授有关离散数学的主要内容和它的应用，使学生掌握离散数学的原理、方法和技巧，为学习信息电子与通信学科后继课程提供必要的离散数学工具。主要内容包括集合、关系、函数、代数和群、格和布尔代数、图论以及数理逻辑。

**（二）英文简介**

Discrete Mathematics is the theoretical fundament of many advanced technologies such as computer software, and hardware, communication system, digital signals process, information theory, control theory, artificial intelligence, opsearch. It uses arithmetic, algebra, algorithm to solve problems. The course presents the major contents and applications of discrete mathematics which helps students hold the principles, methods, skills of discrete mathematics, develops students’ ability to set up models, analyze and solve problems. The students will get the discrete mathematics tool studying follow-up courses in the area of information science. The major contents include sets, relations, functions, algebraic and groups, lattices and boolean algebras, graph theory, logic.

**二、教学目标**

**(一)学习目标**

由于计算机、数字通信、信号处理等领域的发展，需要用一些适当的数学工具来解决有关离散量的理论问题。离散数学就是适应这种需要而建立的，其综合了研究离散量的各种数学问题，并进行系统的、全面的论述，从而为信息科学提供了有力的理论基础和工具，学习和研究离散数学对信息科学的发展起着重要的作用。学习离散数学可为信息科学的有关专业课（数据结构、编译原理、操作系统、可计算性理论、人工智能、形式语言、数字通信和信号处理等）提供必要的数学基础知识和重要的工具，并可进一步培养学生抽象思维和逻辑推理的能力。通过对最基本和最重要的概念及其性质和方法的阐述，目的是使初学者对离散数学的基础知识有一个较全面、系统的了解，为今后在实际工作中应用这些知识或进一步学习有关的内容打下一个良好的基础。

**（二）可测量结果**

1) 理解和运用集合的概念。集合时现代数学中最基本的概念之一，已深入到各种科学和技术的领域中。熟知集合及其子集、幂集、分划等基本概念，结合的并、交、补运算以及这些运算的性质；文氏图和成员表，集合的标准形式。

2）理解关系的概念。关系也是一个最基本的概念，n元组和笛卡尔积以及由笛卡尔积引出的关系概念，如何运用矩阵和图来表示关系，关系的复合运算，关系的主要性质，等价关系和偏序关系，由等价关系如何导出分划，以及商集。

3）理解函数的概念。函数是一种特殊的关系，其有三种特殊的函数，即内射、满射和双射，复合函数、恒等函数和逆函数，以及置换和集合的基数。

4）理解代数系统的概念，什么是代数系统，不同的代数系统可以具有一些共同的性质，以及同态和同构。

5）理解具有一个二元运算的抽象代数系统，即二元代数，最简单的二元代数半群和独异点，群的基本性质和子群、陪集的概念。

6）理解和运用格和布尔代数，格是一种代数系统，格的性质和各种实例，分配格和有补格；在附加一些条件后格就变成布尔代数，一个有限布尔代数都同构于某一集合代数，以及布尔函数和布尔表达式。

7）掌握图论的概念和具体运用，图的矩阵表示，图论是建立和处理离散数学模型的一个重要工具，熟悉几种在实际应用中有着重要意义的特殊图：欧拉图和哈密顿图、树、有向树、二部图、平面图、有向图。

8）理解数理逻辑是用数学的方法研究思维规律，使用一套符号表达出各种推理的逻辑关系，其中命题逻辑是其中最基本的内容之一，熟悉命题和命题连接词、命题公式、命题公式的等价关系和蕴含关系、范式、命题演算的推理理论。

9）理解在谓词对原子命题作进一步的分析，谓词、个体和量词，谓词逻辑公式及解释，谓词演算的永真公式，以及谓词演算的推理理论。

注：以上结果可以通过课堂讨论、课程作业以及笔试等环节测量。

**三、课程要求**

**（一）授课方式与要求**

1．课堂讲授。结合大量例题深入浅出地讲清原理，熟练技巧，培养兴趣，提高能力。

2．本课有四大部分内容：集合论、代数系统、图论和数理逻辑，每一部分结束，安排1小时左右习题课，将学生在作业中出现的问题讲清楚。

3. 每一章的结束，安排15分钟左右的知识点小结和习题讲解。

4．每周的习题量约2小时。

1. **考试评分与建议**

考试方式为书面闭卷，在期终进行，要求120分钟内独立完成。总成绩由平时作业（40%），期终考试成绩（60%）构成。

**四、教学安排**

第一章 集合 3学时

集合的基本概念；集合的运算；分划。集合及其子集、幂集、分划等基本概念，结合的并、交、补运算以及这些运算的性质；文氏图和成员表，集合的标准形式。

第二章 关系 4学时

笛卡儿积；关系基本概念；关系的运算；关系的性质；等价关系；偏序关系。n元组和笛卡尔积以及由笛卡尔积引出的关系概念，如何运用矩阵和图来表示关系，关系的复合运算，关系的主要性质，等价关系和偏序关系，由等价关系如何导出分划，以及商集。

第三章 函数 3学时

函数的概念；函数的复合；逆函数；置换。函数是一种特殊的关系，其有三种特殊的函数，即内射、满射和双射，复合函数、恒等函数和逆函数，以及置换和集合的基数。

第四章 代数系统 4学时

代数系统；同态和同构。

第五章 群 4学时

半群和独异点；群的定义与性质；子群及其陪集。

第七章 格和布尔代数 6学时

偏序集；格及其性质；格与代数系统；分配格与有补格；布尔格与布尔代数，有限布代数的唯一性；布尔表达式和布尔函数。

第八章 图论 8学时

图的基本概念；欧拉路和欧拉回路；哈密尔顿路和哈密尔顿回路；树的基本概念；最小生成树；有向树；平面图；二部图。

第九章 命题逻辑 4学时

命题和命题联结词；命题公式；命题公式的等值关系和蕴含关系；命题演算的推理理论。使用一套符号表达出各种推理的逻辑关系，其中命题逻辑是其中最基本的内容之一，熟悉命题和命题连接词、命题公式、命题公式的等价关系和蕴含关系、范式、命题演算的推理理论。

第十章 谓词逻辑 4学时

谓词、个体和题词；谓词公式；谓词演算的永真公式；谓词演算的推理理论。

Chapter1. Sets 3 hours

Chapter2. Relations 4 hours

Chapter3. Functions 3 hours

Chapter4. Algebraic System 4 hours

Chapter5. Groups 4 hours

Chapter7. Lattices and Boolean Algebras 6 hours

Chapter8. Graph Theory 8 hours

Chapter9. Propositional Logic 4 hours

Chapter10. Predicate Logic 4 hours

附：时间表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 周次 | 授课主题 | 备注 |
| 1/2 | 绪论、集合、关系 | 5课时 |
| 3/4 | 关系、函数 | 5课时 |
| 5/6 | 代数系统、群 | 5课时 |
| 7/8 | 群、格和布尔代数 | 5课时 |
| 9/10 | 格和布尔代数 | 5课时 |
| 11/12 | 格和布尔代数、图论 | 5课时 |
| 13/14 | 图论、命题逻辑 | 5课时 |
| 15/16 | 命题逻辑、谓词逻辑 | 5课时 |

**五、参考教材及相关资料**

1.《离散数学基础（第3版）》，洪帆，华中科技大学出版社，ＩＳＢＮ：9787560957111，出版时间：2009-10-01

2. 《离散数学及其应用（原书第6版）》，（美国） 罗森 （Kenneth H.Rosen） 著 袁崇义，屈婉玲，张桂芸 等 译，机械工业出版社，ＩＳＢＮ：9787111350392，出版时间：2011-07-01

3. 《离散数学》，屈婉玲、耿素云、张立昂编，高等教育出版社，ＩＳＢＮ：9787040231250，出版时间：2008-03-01

3.《离散数学与组合数学》，Ralph P.Grimaldi 著,林永钢 译，清华大学出版社，ISBN：978-7-302-14416-8，出版日期:2007-5

4.《Discrete Mathematics》, Richard Johnsonbaugh, 电子工业出版社，ISBN：7-5053-9613-7， 出版日期:2004-3

**六、课程教学网站：**

将通过校内网络提供必要的课件和文字材料链接。

**84120010 应用光学**

**课程代码：**84120010

**课程中文名称：**应用光学

**课程英文名称：**Applied Optics

**学分：**3 **周学时：**3-0

**面向对象：**本科生

**预修课程要求：**微积分或数学分析、大学物理（甲）

**一、课程介绍（100-150字）**

**（一）中文简介**

本课程包括几何光学、典型光学系统和像差理论，几何光学部分有光学系统成像概念及理想光学系统原理、光能和光束限制等；典型光学系统部分包括了眼睛、显微镜、望远镜、摄影和投影光学系统等成像特征；像差理论详细叙述了光学系统各种像差的形成原因、概念、现象、基本特征和校正方法，为学生学习光学系统设计打下基础。

**（二）英文简介**

The course comprises the primary parts of geometrical optics, classical optical systems and aberration theories. The geometrical optics covers the contents of imaging concepts, principles of Gaussian optics, optical energy and light diaphragm. In the part of classical optical systems, the imaging characteristics of eyes, microscopes, telescopes, photographic systems and project systems are discussed. Aberration theories are described in detail, including their concepts, definition, primary feature and correction. This course gives the students a good foundation for leaning optical system design.

**二、教学目标**

**（一）学习目标**

进行基本的专业基础教育与训练，提高专业技术基础理论水平，掌握光电信息工程中所必需的光学系统成像概念和一些简单光学系统的成像特性、理想光学系统理论、光束限制和光度学基础、典型光学系统的基本性质和像差基本原理与现象，能够进行光学系统的外形尺寸计算。

**（二）可测量结果**

1)能解释应用光学基本概念和原理，包括：几何光学的基本定律、费马原理和完善成像条件、光学系统的不变量、球面系统、平面系统和理想光学系统的成像原理与相关概念、光束限制、光度学的基本原理和概念、典型光学系统的原理和概念、像差原理、概述和现象等。

2)能独立完成单光组和多光组的作图，包括球面系统、平面系统、理想光学系统的图解求像、由像求物、组合光学系统的基点、孔阑、视阑和渐晕光阑作图、眼睛和放大镜作图、显微镜与照明系统作图、望远镜与转像系统作图、摄影系统作图、投影与照明系统作图、像差概念作图等。

3)能独立进行光学系统单元、光学系统组合的计算、典型光学系统的外形尺寸计算。

**三、课程要求**

**（一）授课方式与要求**

**授课方式：**a.教师讲授（讲授核心内容、每章均介绍与本章内容有关的前沿问题，总结、按顺序提示今后内容、答疑、公布讨论主题等）；b.课后作业(按照上课内容每周布置1次作业)；c. 在线与离线讨论（讨论题来自师生双方，重点是课程学习中遇到的疑惑，会有部分内容分组自学演讲，也可以针对与课程相关主题进行资料检索和文献综述）；d.在线学习（部分内容在线观看视频并完成学习，每章内容均有在线测试）；e.期中、期末闭卷考试。

**课程要求：**熟悉几何光学基本概念和原理，熟悉典型光学系统成像原理，能够进行光学系统单元及组合、典型光学系统的外形尺寸计算、像差概念、现象、和孔径视场的关系以及简单像差校正基本方法。

**说明：**由于本课程的性质，作图应受到特别的重视，无论是作业或考试均强调作图的重要性。

1. **考试评分与建议**

期末考试(<=50%)＋平时(>=50%)(含作业、期中考试、在线与离线讨论课及研究型学习、在线测试等)

**四、教学安排**

**第一、二周几何光学的基本定律，球面系统，平面系统**

**主要内容**：

发光点、光线和光束，光线传播的基本定律、全反射，费马原理，物、像的基本概念和完善成像条件；球面系统概念与符号规则，轴上物点经单个折射球面成像，物平面以细光束经折射球面成像，反射球面，共轴球面系统；平面系统简介，平面镜和双平面镜。要求了解光线和波面的关系，费马原理与光线传播基本定律的关系，完善成像条件，严格按照符号规则完成作业，熟悉球面系统和平面镜的成像特征。

**阅读材料**：

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》第1至3章，浙江大学出版社，2014.

中国知网

[ISI Web of Knowledge](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405)

[Engineering Village](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400)

SPIE数字图书馆

**作业：**第1章至第3章双平面镜的习题。

**第三、四周平面系统，理想光学系统**

**主要内容**：

平行平板，反射棱镜，折射棱镜，光的色散，光学材料；理想光学系统及其原始定义，理想光学系统的基点与基面，物像位置和放大率、焦距和光焦度、节点，光学系统的图解求像。要求了解平行平板的成像特征，学会反射棱镜的展开，熟悉物体经平面系统的成像特征与坐标判断，了解光学材料有关参数及其测试方法，熟练掌握理想光学系统的基点、基面、焦距、光焦度、放大倍率等概念和计算，熟练掌握理想光学系统的作图方法。

**阅读材料**：

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》第3至4章，浙江大学出版社，2014.

中国知网

[ISI Web of Knowledge](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405)

[Engineering Village](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400)

SPIE数字图书馆

**作业：**第3章至第4章的部分习题。

**第五、六周理想光学系统，光学系统的光束限制**

**主要内容**：

光学系统的组合，望远镜系统，透镜，光学系统的焦距与基点位置的计算、焦距的测定；光束限制概述，光学系统的孔径光阑、入射光瞳和出射光瞳，光学系统的视场光阑、入射窗和出射窗、渐晕光阑。要求熟悉光学系统组合的原理与计算，了解望远镜系统的理想光学系统模型、透镜与光组组合的关系，学会光学系统孔径光阑和渐晕光阑的判断方法。

**阅读材料**：

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》第4至5章，浙江大学出版社，2014.

中国知网

[ISI Web of Knowledge](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405)

[Engineering Village](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400)

SPIE数字图书馆

**作业：**第4章至第5章的部分习题。

**第七、八周光学系统的光束限制，光能及其计算**

**主要内容**：

平面上空间像的不清晰度、景深，远心光学系统；辐射能通量、光通量、发光强度、光照度、光出射度和光亮度，光学系统光能损失的计算，通过光学系统的光通量、像的照度。要求掌握景深和焦距、相对孔径以及对准距离的关系，掌握光度学物理量的概念、单位及其相互关系，能够计算光学系统的透过率和像面的照度。

**阅读材料**：

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》第5至6章，浙江大学出版社，2014.

中国知网

[ISI Web of Knowledge](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405)

[Engineering Village](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400)

SPIE数字图书馆

**作业：**第5章至第6章的部分习题。

**第九、十周典型光学系统，期中考试**

**主要内容**：

眼睛，放大镜，显微镜及照明系统，期中考试。掌握眼睛的基本构造、眼睛的适应和调节、正常眼和非正常眼及其校正、眼睛的体视及影响体视效果的因素，放大镜成像原理与放大率、光束限制，显微镜的成像原理、光束限制、分辨率和放大率，显微镜的结构、物镜和目镜，显微镜及照明系统的光瞳匹配原理与共轭关系。

**阅读材料**：

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》第12章，浙江大学出版社，2014.

中国知网

[ISI Web of Knowledge](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405)

[Engineering Village](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400)

SPIE数字图书馆

**作业：**2014版教材第12章部分习题。

**第十一、十二周典型光学系统**

**主要内容**：

望远镜及转像系统，摄影光学系统，投影及放映光学系统，像差概论。要求掌握望远镜成像原理、光束限制、放大率、主观亮度，望远镜的物镜和目镜，望远镜与转像系统的光瞳匹配，摄影光学系统的成像原理、放大率和分辨本领，景深和几何焦深，摄影镜头与摄影效果的关系，投影光学系统的成像原理及其与照明系统的匹配。

**阅读材料**：

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》第13章和第7章，浙江大学出版社，2014.

中国知网

[ISI Web of Knowledge](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405)

[Engineering Village](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400)

SPIE数字图书馆

**作业：**2014版教材第12章部分习题。

**第十三、十四周像差**

**主要内容**：

球差、彗差、像散、场曲和畸变，位置色差和倍率色差。要求了解这些像差的概念、现象、初级像差与孔径、视场的关系，简单光学元件的像差特征和典型校正手段。

**阅读材料**：

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》第7至9章，浙江大学出版社，2014.

中国知网

[ISI Web of Knowledge](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405)

[Engineering Village](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400)

SPIE数字图书馆

**作业：**2014版教材第7、8章部分习题。

**第十五、十六周像质评价，总复习**

**主要内容**：

波像差，中心点亮度，瑞利判断，分辨率，点列图，光学传递函数。了解这些像质评价指标之间的区别和联系。

**阅读材料**：

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》第12和17章，浙江大学出版社，2014.

中国知网

[ISI Web of Knowledge](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405)

[Engineering Village](http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400)

SPIE数字图书馆

平均每4周安排1次分组讨论，每组10人左右。视内容安排一次自学讲解，期末安排一次讨论总结性演讲，可涉及与本课程有关的前沿内容。

**五、参考教材及相关资料**

李晓彤，岑兆丰，《几何光学.像差.光学设计》，浙江大学出版社，2014.

中国知网

ISI Web of Knowledge <http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=405>

Engineering Village <http://210.32.137.90/newportal/libtb/index.jsp?descid=400>

SPIE数字图书馆

**六、课程教学网站**

http://opt.zju.edu.cn/appopt

http://www.icourses.cn/sCourse/course\_6800.html

http://www.cnspoc.com/course/36611.html

<http://jpkc.zju.edu.cn/k/548>

**84190020 微机原理与接口技术**

**课程代码：**84190020

**课程中文名称：**微机原理与接口技术

**课程英文名称：**Microcontroller and Interface Technology

**学分：**3.5**周学时：**3.0-1

**面向对象：**本科生

**预修课程要求：**模拟电子技术，数字电子技术，程序设计

**一、课程介绍（100-150字）**

**（一）中文简介**

本课程以8051微控制器为例，介绍微控制器基本原理和接口技术。具体包括微机技术概论、微控制器的工作原理、组成结构，指令系统与汇编程序设计，C51与程序设计；微控制器功能模块（中断系统、定时器/计数器和串行接口）的工作原理和应用；多种微机接口技术（常用串行总线与接口、人机接口、模拟接口、数字接口）的原理与应用。通过课程的理论学习和实践训练，使学生系统地了解和掌握微控制器的原理、功能和应用方法，并具备微机系统的设计、开发和调试能力。

**（二）英文简介**

"Technology of Microcontroller Principles and Interface" is one of the foundamental hardware courses in computer technology. The course which takes 8051 microcontrollers as example, describes the basic principles and interface technology of microcontroller unit (MCU). Specific works include conspectus, operational theory and composition structure of MCU, programming with assembler and C51 language, and application of functional modules (interrupt system, timers / counters, and serial interfaces). A variety of interface technologies such as common serial bus, man-machine interaction, analog and digital interface are also covered. Through theoretical study and practical training, students can systematicly understand and master the principles, functions and applications method of MCU, the same as ability to design, develop and debug capabilities of MCU systems.

**二、教学目标**

**（一）学习目标**

基于“微机原理与接口技术”课程内容实践性、应用性强的特点，依据“理论指导实践、实践强化理论”的指导思想，通过课程教学方法改革和层次化实验设置及开展课程项目设计等，实现理论知识的学以致用。课程具体目标如下。

通过课程的理论教学，使学生掌握微控制器的工作原理、组成结构，指令系统与汇编程序设计，C51及程序设计；微控制器功能模块（中断系统、定时器/计数器和串行接口）的工作原理和应用；多种微机接口技术（常用串行总线与接口、人机接口、模拟接口、数字接口）的原理与应用；了解微机系统可靠性以及应用系统的设计方法。使他们具有构建微机系统的基础知识、基本思想和基本方法技能，能够利用微控制器技术、硬件与软件相结合分析、解决本专业相关问题或其他实际问题。

通过课程的实验教学，使学生进一步理解、掌握课程知识，学会微控制器程序的设计和调试方法，以及定时器、中断系统、I/O接口和串行扩展以及多种接口技术的实际应用方法，使他们具有设计和开发微机系统能力的同时，提高和增强动手能力、实践能力和创新精神。

**（二）可测量结果**

1. 了解微控制器的组成结构、工作原理和工作过程。
2. 熟悉8051微控制器的硬件结构、模块功能和应用特性；
3. 掌握8051微控制器的指令系统和汇编语言程序设计；
4. 掌握微控制器的C语言以及程序设计方法，并会运用开发环境进行程序调试；
5. 掌握中断概念、中断作用和中断系统功能及运用方法；
6. 掌握定时器/计数器的工作原理、工作方式和应用方法。
7. 掌握串行接口UART的工作原理、工作方式和应用方法。
8. 了解人机接口技术及相关内容，能够设计键盘/显示的接口电路，以及应用程序；
9. 了解模拟接口技术及相关内容，能够设计A/D和D/A的接口电路，以及应用程序；
10. 了解数字接口技术及内容，能够设计直流电机、步进电机的驱动电路，以及应用程序；了解并能够测量脉冲信号的频率和周期。

注：以上结果可以通过课堂讨论、作业、软硬件实验与过程测试，随堂考、期中考和期末考，以及“优生免考”项目设计与验收答辩等环节进行测量。

**三、课程要求**

**（一）授课方式与要求**

**（1）授课方式**

**课堂讲解：**教师讲授基本理论及方法，兼顾课程内容的基础性、先进性，在详细介绍课程基本、核心内容的同时，介绍与时俱进发展的新内容、新技术，并结合科研进行案例教学，通过分析微机实际应用案例，在巩固知识的同时，提高学生的学习兴趣；注重课内外师生的互动。

**翻转教学：**将部分内容布置给学生，进行“翻转课堂”的教学形式。由学生进行教学内容的讲解，老师进行组织与引导讨论。促进学生自主学习和学习能力的提高。

**作业：**每章布置适量作业，通过作业消化和巩固课程内容。同时布置学生自主设计作业题（给出题目考察的知识点、解题分析及答案）。

**实验：**结合课程进度布置软硬件实验，通过理论联系实际，巩固课程知识的同时，培养学生的知识应用能力。每个实验包括基础规范型、自主设计型、研究探索型的递进式实验内容，学生可自主选择的内容。

**（2）授课要求**

课程内容包含微控制器原理、接口技术与应用两大部分，具体包括微机技术概论、微控制器的工作原理和过程、组成结构，指令系统与汇编程序设计，C51与程序设计；微控制器功能模块（中断系统、定时器/计数器和串行接口）的工作原理和应用；多种微机接口技术（常用串行总线与接口、键盘/显示的人机接口、A/D和D/A模拟接口、数字量测量与控制接口）的原理与应用，为学生构建设计开发微机系统的知识结构体系，使他们系统地了解和掌握微控制器的原理、功能和应用方法，并具备微机系统的设计、开发和调试能力。

1. **考试评分与建议**

建立并采用过程化、多元化的课程考核和评价体系，减少期末考试成绩比重，加强学生平时自主学习的过程管理和评定。

学生的成绩包括了平时成绩（网上测试、作业完成情况、自主学习与互动情况）、参与课改成绩（翻转课堂教学、讨论；微机系统设计方案介绍与分析）、测验成绩（阶段性测试、期末考试）、实验成绩（实验测试、实验完成情况、实验报告），同时，设置有一定的奖励分，鼓励学生对课程提出建设性建议和贡献。

**学生成绩评定方式：**

作业和平时表现：20%；

期末考试成绩：占总成绩的50%。

实验环节：30%；

奖励分（额外，最多3分）

翻转课堂教学：满分2分/人（独立或2人组）；

有价值的课程建议：1 max分。

**四、教学安排**

**3.1 理论教学安排**

课程理论教学48学时，实践教学16学时。具体内容见如下。

**课程理论教学内容和学时分配**

| **教学模块** | **教学单元** | | **学时安排** |
| --- | --- | --- | --- |
| **第0章**  **课程概况与计算机基础知识 （2学时）** | 1 | 课程概况 | 1 |
| 2 | 数制与编码 | 0.25 |
| 3 | 微机基本组成电路 | 0.25 |
| 4 | 存储器概述 | 0.5 |
| **第1章**  **微机技术概论**  **（1.5学时）** | 1 | 微型计算机概述 | 0.5 |
| 2 | 微控制器概述 | 0.75 |
| 3 | 微控制器的体系结构 | 0.25 |
| 4 | 微控制器的典型结构 | 自学 |
| 5 | 微控制器性能与发展趋势 | 自学 |
| **第2章**  **8051微控制器硬件结构**  **（8学时）** | 1 | 8051微控制器的结构 | 1 |
| 2 | 微控制器的工作原理 | 1 |
| 3 | 存储器配置与地址空间 | 1.5 |
| 4 | 特殊功能寄存器SFR-1 | 1 |
| 5 | 特殊功能寄存器SFR-2 | 1 |
| 6 | IO端口结构与特点 | 1 |
| 7 | 时钟与复位 | 0.75 |
| 8 | 微控制器的工作方式 | 0.75 |
| 9 | 8051微控制器的技术发展 | 自学 |
| **第3章**  **8051指令系统与汇编程序设计**  **（8+2学时）** | 1 | 指令系统概述 | 0.25 |
| 2 | 寻址方式 | 1 |
| 3 | 数据传送类指令 | 0.75 |
| 4 | 算术运算类指令 | 0.75 |
| 5 | 逻辑运算类指令 | 0.75 |
| 6 | 控制转移类指令 | 0.75 |
| 7 | 位操作指令 | 0.75 |
| 8 | 查表指令的应用 | 0.25 |
| 9 | 堆栈操作指令的应用 | 0.25 |
| 10 | 十进制调整指令的应用 | 0.5 |
| 11 | 逻辑指令与字节状态操作 | 0.5 |
| 12 | 转移指令的应用 | 0.5 |
| 13 | 编程语言及汇编语言编程风格 | 0.2 |
| 14 | 汇编程序设计中的伪指令 | 0.3 |
| 15 | 汇编与调试过程 | 0.2 |
| 16 | 汇编语言程序设计概述 | 0.3 |
| 17 | 程序设计的结构化 | 1 |
| 18 | 基本程序设计 | 0.6 |
| 19 | 子程序设计概述 | 0.4 |
| 20 | 子程序设计举例 | 自学 |
| **第4章**  **8051的C语言与程序设计**  **（3.5+1学时）** | 1 | C51的特点 | 0.3 |
| 2 | 数据类型 | 0.4 |
| 3 | 存储器类型与存储模式 | 0.3 |
| 4 | 数组与指针 | 0.4 |
| 5 | 函数 | 0.3 |
| 6 | 预处理命令 | 0.3 |
| 7 | C51的流程控制 | 0.5 |
| 8 | C51程序设计方法 | 1 |
| 9 | 模块化程序设计与举例 | 自学 |
| 10 | C51 KEIL环境及调试举例 | 自学 |
| **第5章**  **中断系统**  **（3.5学时）** | 1 | 中断系统概述 | 0.5 |
| 2 | 8051微控制器的中断系统 | 1 |
| 3 | 中断处理过程 | 0.5 |
| 4 | 中断程序设计 | 1 |
| 5 | IO端口扩展外部中断源 | 0.5 |
| **第6章**  **定时器/计数器**  **（4+1学时）** | 1 | 定时器计数器概述 | 0.3 |
| 2 | 定时器计数器的结构与控制 | 0.6 |
| 3 | 定时器计数器的工作方式 | 0.6 |
| 4 | 定时器计数器的初始化 | 0.3 |
| 5 | 计数器的飞读 | 0.2 |
| 6 | 定时的实现方法 | 0.4 |
| 7 | 定时方式的应用 | 0.6 |
| 8 | 计数方式的应用 | 0.4 |
| 9 | 脉冲宽度的测量 | 0.4 |
| 10 | 扩展外部中断 | 0.2 |
| 11 | 实时时钟的设计 | 自学 |
| **第7章**  **串行总线与通信技术**  **（4.5+1学时）** | 1 | 总线与通信 | 0.4 |
| 2 | 通信协议与校验方式 | 0.3 |
| 3 | UART的组成结构 | 0.3 |
| 4 | UART的工作方式 | 1 |
| 5 | UART的波特率 | 0.5 |
| 6 | UART的应用（1） | 0.5 |
| 7 | UART的应用（2） | 1 |
| 8 | RS232、RS485通信技术与应用 | 0.5 |
| **第8章**  **人机接口技术**  **（6.5学时）** | 1 | 键盘基础知识 | 0.5 |
| 2 | 独立式键盘接口技术 | 0.5 |
| 3 | 矩阵式键盘接口技术 | 1 |
| 4 | 段码式LED接口技术 | 1 |
| 5 | 点阵式LED接口技术 | 0.8 |
| 6 | 液晶显示原理与LCD模块 | 0.2 |
| 7 | LCD控制器ST7920 | 0.75 |
| 8 | ST7920控制的12864LCD模块 | 0.75 |
| 9 | LCD程序设计-基本函数 | 1 |
| 10 | LCD程序设计-造字函数 | 自学 |
| 11 | LCD程序设计-画图函数 | 自学 |
| **第9章**  **模拟接口技术**  **（4学时）** | 1 | 模拟输入输出通道基本结构 | 0.5 |
| 2 | AD转换器、DA转换器及其特性 | 0.5 |
| 3 | 并行AD转换器ADC0809 | 1 |
| 4 | 串行AD转换器TLC549 | 自学 |
| 5 | AD转换器的应用 | 0.5 |
| 6 | 并行DA转换器DAC0832 | 1 |
| 7 | 串行DA转换器LTC146 | 自学 |
| 8 | DA转换器的应用 | 0.5 |
| **第10章**  **数字接口技术**  **（3.5学时）** | 1 | 数字信号调理技术 | 0.7 |
| 2 | 脉冲信号接口形式 | 0.3 |
| 3 | 脉冲信号测量技术 | 1 |
| 4 | 功率驱动技术 | 0.5 |
| 5 | 步进电机驱动技术 | 0.5 |
| 6 | 直流电机驱动技术 | 0.5 |
| 7 | 闭环系统的PID控制 | 自学 |

**3.2 实践教学安排**

软件实验要求学生课外完成，课内利用1学时进行检查。每个实验均包括基础型、设计型和探究型3个层次的内容；基础型和设计型实验为每人必做内容，探究型实验的部分为选做内容。选做的探究型实验为优秀学生的自我发挥、自我提升创造了条件。

**实验内容和学时分配**

| **序号** | **实验名称** | **实 验 内 容** | **课内/外学时** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | **软件实验1**  内存操作  （汇编实现） | 熟悉KEILμVISION2集成调试环境，熟悉程序调试步骤和方法。编写单片机内部、内外部之间的数据传输程序。具体三层次实验内容见实验教程。 | 0/2 |
| 2 | **软件实验2**  [算术运算](http://10.202.78.14/jwglxt/kckgl/kcjbxxwh_cxKcjbxxIndex.html?gnmkdm=N151005&layout=default&su=0008269#_Toc177771898)  （汇编实现） | 十六进制、BCD码数算术运算的汇编程序实现方法。具体三层次实验内容见实验教程。 | 0/3 |
| 3 | **软件实验3**  [数制与代码转换](http://10.202.78.14/jwglxt/kckgl/kcjbxxwh_cxKcjbxxIndex.html?gnmkdm=N151005&layout=default&su=0008269#_Toc177771897)  （C51实现） | 多种数制（ASCII码、十六进制、十进制）之间转换方法，及相应程序设计方法。具体三层次实验内容见实验教程。 | 0/3 |
| 4 | **软件实验4**  查找与散转  （C51实现） | 查表、比较、搜索程序，子程序设计与调试。具体三层次实验内容见实验教程。 | 0/3 |
| 5 | **硬件实验1**  I/O口控制实验 | **软件实验检查**  **基础型：**实现奇偶位LED循环亮灭闪烁显示，间隔为1s；实现依次轮流点亮LED灯，间隔为1s。  **设计型：**根据拨码开关或按键的状态，控制8个   LED全亮、全灭、循环点亮或奇偶位亮灭闪烁显示。  **探究型：**十字路口交通灯控制实验。 | 1  3/4 |
| 6 | **硬件实验2**  外部中断与定时器实验 | **基础型：**采用中断方式判断按键是否按下，并将按下的次数保存到内部RAM中，每按键一次，LED0点亮0.25s ；利用定时器的16位定时方式实现1s定时程序。  **设计型：**结合数码管显示模块实现一分钟倒计时器设计。  **探究型：**音乐编程实验。 | 4/4 |
| 7 | **硬件实验3**  键盘**/**显示实验 | **基础型：**采用独立式键盘，当K0-K7键按下时，分别对寄存器B赋值0-7；（汇编）采用矩阵式键盘，当Key0-KeyF键按下时，分别对寄存器B赋值0-F；采用动态数码管，依次循环显示数码管各段，显示时间为100ms。  **设计型：**在动态数码管上显示自己学号的后6位。  **探究型：**基于动态数码管，设计程序实现从右到左滚动显示自己学号的所有位数；设计24小时的实时时钟。 | 4/6 |
| 8 | **硬件实验4**  串口通信实验 | **基础型：**实现电脑串口调试助手与MCU的通信，可以互传数据；  **设计型：**通过串口调试助手向实验箱发送控制命令，控制相应的流水灯变化状态；  发送不同字符，并在数码管上显示；  **探究型：**通过实验箱的矩阵式键盘输入数值或字符，发送到电脑，在串口调试助手上显示；通过串口调试助手控制十字路口交通灯。 | 4/6 |

**实验设备**

课程提供的8051 STC微控制器开发系统或自行购买的其它开发系统。

个人计算机（PC）。

**五、参考教材及相关资料**

微处理机原理与接口技术,（国家“十二五”规划教材）王晓萍编著，浙江大学出版社，2015.1

微机原理与系统设计实验教程，王晓萍编著，浙江大学出版社，2012.5

**六、课程教学网站：**

学院课程网站：http:// opt.zju.edu.cn/weijiyuanli/

国家精品资源共享课程网站： http://www.icourses.cn/jpk/searchCoursesbyMulti.action

CNSPOC网站：[http://www.cnspoc.com](http://www.cnspoc.com/)

**66120060 光电子学**

**课程代码：**66120060 **课程名称：**光电子学

**课程英文名称：**Optoelectronics

**学分：**3.0  **周学时：**3-0

**面向对象：**本科生 **预修课程要求：**应用光学、物理光学

**一、课程介绍（100-150字）**

**（一）中文简介**

本课程系统和全面地阐述了光电子学的基本原理、基本概念，内容包括半导体物理、激光原理和技术和非线性光学三部分。半导体物理包括半导体光学性质、发光二极管、半导体激光器等；激光原理和技术包括高斯光学、谐振腔理论、激光振荡和放大原理及特性、典型激光器、光辐射调制等。非线性光学主要介绍非线性极化概念和光倍频原理。

**（二）英文简介**

This course is a degree program for undergraduate students of Zhejiang University, which introduces the principles of opto-electronics. It includes three parts: a) The physics of semiconductor; b) The principles of lasers and laser technology. c) The principles of nonlinear optics.

The physics of semiconductor includes the optical physics of semiconductor, the LED and semiconductor lasers. The principles of lasers and laser technology include laser optics, theory of optical resonators, the principles of laser oscillators and amplifiers, and the common lasers. The principles of nonlinear optics include the theory of second harmonic generation.

**二、教学目标**

**（一）学习目标**

本课程将给予学生在光电子学领域的专业教育与训练，要求学生掌握半导体物理的概念、激光振荡和放大的理论、激光技术、波导和光纤的基本特性、非线性光学基本理论，以及典型光电器件和光电系统的特性。通过物理概念和工程应用实例的介绍，以及课后的实践教学，培养学生综合分析、解决问题和动手的能力，为将来从事光电技术领域的科研、开发和应用工作奠定知识基础。

**（二）可测量结果**

1)能解释光学谐振腔的稳定性条件，能够计算稳定谐振腔对应的高斯光束特性，空间内光束的传播特性。

2）能解释光和物质在共振区的相互作用原理，解释谱线展宽的原因和一般特性。

3）能计算激光放大器的增益特性，解释增益饱和现象。

4）能计算激光振动器的阈值和输出功率，解释获得脉冲激光的常用方法。

5）能解释半导体材料的光学特性。

6）能计算电光效应的一般表现，解释光调制的常用方法。

7）能解释非线性光学现象的物理机理。

注：以上结果可以通过课堂讨论、课程作业以及笔试等环节测量。

**三、课程要求**

**（一）授课方式与要求**

**授课方式：**a.教师讲授（讲授核心内容、总结、答疑、布置大作业等）；b.课后阅读和课堂讨论（按照讨论题内容进行和课堂推荐参考文献，分小组进行阅读和讨论）；c.期末闭卷考试。

**课程要求：**熟悉基本知识、培养思维和表达能力及合作精神、提高科学文献的阅读能力，形成对光电子学的兴趣。

1. **考试评分与建议**

期末闭卷考试占60%，平时成绩（期中考试、课堂练习、大作业及课后作业）占40%。

**四、教学安排**

**教材《光电子学》，浙江大学光电系编译，2014年3月浙江大学出版社**

**第一章高斯光束和光学谐振腔（对应教材第1，2章） 6学时**

**主要内容：**

光学谐振腔可以看成是一个闭合光路的光束传播系统，光在其中不断反复传播而没有能量损失。最简单的谐振腔就是由两个相互平行的平面反射镜以一定间隔相对放置构成的光学系统。

本章将在论述谐振腔理论的基础上，进一步论述激光光场光束理论，介绍高斯光束的传播特点以及变换关系。首先论述光束传播的矩阵分析法，然后介绍谐振腔理论，最后论述高斯光束的特性与传播规律。

1. 光电子学简介、本课程内容简介
2. 高斯光束基本解、高斯光束的传输变换
3. 谐振腔的分类、稳定判据

**作业：2.1、2.2、2.4、2.9、2.10、2.14**

**第二章光放大原理（对应教材第4、5章前两节） 9学时**

**主要内容：**

原子、分子与固体具有量子机理的定律确定的特定能级结构。如果入射光子匹配了能级差，即可与原子产生相互作用。

本章将重点讨论光子与物质相互作用的三种形式。受激辐射、自发辐射和吸收。光子与物质的相互作用是激光器理论的基础。激光器是一种光学振荡器，主要由光学放大器和反馈系统两大部分组成。激光放大器是激光器的核心器件，它是一种相干光学放大器，基本原理就是光的受激辐射放大。本章也将重点讨论激光放大原理，速率方程，放大器的增益与增益饱和现象。

1. 能级和能带的定义、热力学方程
2. 光子和原子的相互作用
3. 激光放大原理
4. 速率方程
5. 增益、增益饱和

**作业：4.13、4.15、5.18、5.6、5.8**

**第三章激光振荡原理及辐射特性（教材第5章后三节） 9学时**

**主要内容：**

当光学增益介质放在谐振腔当中时，在适当的条件下，就可以形成激光振荡。要实现激光振荡，必须满足放大器的小信号增益必须大于整个反馈系统的损耗；光在振荡器的整个回路中往返一周的总位相偏移量必须是2π的整数倍，这样经反馈输出信号的位相与原始的输入信号的位相刚好相匹配。

当输出激光存在多个模式时，需要在谐振腔中国加入特定器件进行选模。本章将在激光振荡原理的基础上介绍选模技术。除此之外，本章还将研究脉冲激光产生技术，重点研究调Q技术以及锁模技术，并且对典型激光器进行了介绍。

1. 激光振荡原理
2. 激光辐射的特性参数
3. 选模技术
4. 实现脉冲激光振荡的方法
5. 调Q技术
6. 锁模技术
7. 典型激光器介绍

**作业：5.1、5.3、5.14**

**第四章半导体光学性质及光电器件（对应教材第6，7章） 12学时**

**主要内容：**

近年来，半导体光电子器件与电子器件的兼容性，使这两个学科都有了很大的进展。半导体可用来做光电探测器、光源（半导体发光二极管和激光器）、放大器、光波导、调制器、传感器和非线性光学元件。

本章主要回顾了半导体光电子学非常重要的半导体性质，然后介绍半导体的光学性质；并且在学习半导体物理的基础上，介绍半导体光电子器件，包括发光二极管LED，激光二极管LD等。基于激光振荡的原理，本章介绍了半导体激光器的谐振腔结构及形成激光振荡的增益条件，理论分析了LD的发光特性、包括输出功率、输出效率、光谱分布、空间分布和模式选择；从工作机理和发光特性等方面比较了LED和LD的差异，阐述了LD的诸多优点。

1. 半导体物理基础
2. 半导体材料介绍
3. 光子与电子及空穴的相互作用
4. LED发光二极管
5. 半导体激光放大原理
6. 半导体激光器参数特性
7. 典型半导体激光器介绍

**作业：6.1、6.2、6.4、7.1、7.3、7.12**

**第五章光调制技术（对应教材第8章） 4学时**

**主要内容：**

光是一种极好的信息载体。由于光波的频率较高，能够达到的带宽较大，因此光波可以承载大量信息，并且能够有较强的抗干扰能力与保密性。如何把所需要的信息加载在光波上，其所使用的方法就称为光的调制。就光波的物理参数来说，能够加载信息的主要包括光的振幅、频率。位相、偏振态等，能够调制这些的物理参数技术方法主要包括了电光调制与声光调制等。

本章重点介绍了电光调制的原理与针对电光效应的应用，主要包括了多种电光调制器件。介绍了液晶这种重要的电光调制材料。声光调制是另一种光的调制方法。声和光在光学材料中的相互作用，产生声光效应。本章介绍了了几种声光调制器件，并对调制器中带宽与光束发散角之间的关系进行了详细阐述。

1. 电光效应、电光调制原理
2. 能产生电光效应的各向异性介质
3. 声和光的相互作用
4. 声光调制器件

**作业：8.4、8.5、8.8**

**第六章非线性光学（对应教材第9章） 6学时**

**主要内容：**

自激光器诞生以来，人们对光学的认识产生了新的变化。比如介质的吸收系数不再是恒值，它会随着光束强度的增加变大或者变小。当一束激光入射到介质以后，会从介质中出射另一种或者几种新频率的光束。这些现象被称为光学介质的非线性。研究讨论光学介质的非线性特性的理论称为非线性光学。

本章阐述了非线性光学的基本原理与基本概念；描述了光在非线性介质中传播时极化强度和光电场之间的二阶非线性关系与三阶非线性关系，包括三波混频、二次谐波产生、自相位调制、自聚焦、四波混频、参量振荡以及放大等；本章还简单论述了各向异性非线性介质的特性，介绍了各向异性二阶非线性介质中的三波混频及其位相匹配条件。

第一节非线性光学材料

1. 非线性波动方程
2. 二阶非线性效应
3. 二阶非线性频率变换

**总复习与讨论课2学时**

**教学周历**

**第一周**光电子学的定义和范畴；激光的发展史；各类光电转换器件的简介；本课程内容介绍。

**第二周**矩阵光学回顾；光学谐振腔的基本概念和分类；光学谐振腔模式的稳定判据；平行平面腔的特征；球面腔的特征；谐振腔振荡频率；光学谐振腔的损耗。

**第三周**高斯光束的波动方程及其基本解；高斯光束的特征；高斯光束经过薄透镜的传输变换；高斯光束的聚焦、准直和扩束；ABCD法则；

**第四周**能级和能带的定义；费米分布；爱因斯坦系数；光子与原子的相互作用；热力学方程；黑体辐射。

**第五周**线形函数以及线形加宽；均匀加宽和非均匀加宽的概念和特点；激光放大；二能级及三能级的速率方程；

**第六周**习题课；四能级速率方程；泵浦方法举例；几种典型固体激光器简介。

**第七周**激光放大器的非线性与增益饱和；激光器稳定运转条件；损耗系数；激光振荡条件；激光输出特性；最佳透过率；烧孔效应。

**第八周**选模技术；获得脉冲激光的方法。调Q技术；锁模技术。。

**第九周**期中考试。

**第十周**半导体中能带结构和载流子定义；半导体材料种类；电子和空穴的复合；费米能级概念；产生、复合和注入的概念。

**第十一周** PN结的定义；P型N型半导体的概念；异质结的概念；量子阱的定义；半导体中光子的吸收和发射。

**第十二周**占据几率；转换几率；自发辐射，受激辐射和受激吸收的速率；准平衡的增益系数；折射率导引。

**第十三周**发光二极管及半导体激光器简介。

**第十四周**电光效应；电光调制；纵向运用以及横向运用；声光效应；布拉格条件。

**第十五周**非线性光学；和频、差频、倍频；光参量振荡；三波混频等。

**第十六周**复习。

**五、参考教材及相关资料**

1. Bahaa E.A Saleh.《Fundamentals of Photonics》, Wiley-Interscience Publication，1991年
2. W. Koechner: Solid-State Laser Engineering (Spring Verlag, 1999)
3. A.E. Siegman: Lasers (University Science Books, 1986)
4. W.T. Silfvast: Laser Fundamentals (Cambridge University Press, 1996)
5. 周炳琨，激光原理(第6版)，国防工业出版社2009
6. 克希耐尔，固体激光工程，科学出版社2002

**六、课程教学网站**

http://opt.zju.edu.cn/eclass/optelec/

**84120020 物理光学**

**课程代码：**84120020  **课程名称：**物理光学Physical Optics

**学分：**4  **周学时：**4-0

**面向对象：**光电信息课程与工程本科三年级

**预修课程要求：**几何光学，高等数学，大学物理

**一、课程介绍（100-150字）**

**（一）中文简介**

运用物理光学的理论知识，使学生完善和提高对光学基础知识的认识和把握，同时为进一步学习光电、光电子等专业课程提供应用基础知识。

要求学生能够掌握光的基本电磁理论，以及光的干涉、衍射、晶体光学和傅里叶光学现象的分析和计算，同时了解常用的、基于物理光学原理的检测仪器、器件和实际中的应用。

**（二）英文简介**

Using the knowledge and basic concepts of physical optics theory, the mastering for optical theory is improved, and the fundamental theory for further courses of opto-electrical and photonics theory are offered.

Mastering the basic concepts and theories of electromagnetic theory for optical wave, and the analysis and computation of optical interference, diffraction, the Fourier and crystal optics. Comprehansion of the phenomenon and application about the equiptments, apparatus concerning of physical optics are also required.

**二、教学目标**

**（一）学习目标**

通过物理光学的学习，使学生掌握光的物理本质、现象、计算方法和应用，掌握物理光学基本实验方法和技巧；培养学生独立自主地分析和解决实际问题的能力为进一步学习光学、光电子等专业课程提供应用基础知识。

通过配套的物理光学实验，学生能更深入理解物理光学的基本原理，掌握基本的实验方法、技术和应用；熟悉常用光学元器件以及光路的选择、配置和调整，并能对实验结果进行综合分析和评价。

**（二）可测量结果**

要求学生能够掌握光的基本电磁理论，以及光的干涉、衍射、晶体光学和傅里叶光学现象，能熟练运用数学方法对相关光学现象进行分析和计算，同时了解常用的、基于物理光学原理的检测仪器、器件和实际中的应用。

**三、课程要求**

**（一）授课方式与要求**

课堂讲授是本课程的最主要方式，讲授时间为64学时。

若干次课堂讨论。在学生课外完成文献查阅和分组讨论的基础上，课堂上集中讨论交流点评。

课外完成10次作业，要求同学独立完成，按时上交。

若干次习题解答集中讲授和个别解答。课间、根据需要、期末、email等多种形式的答疑。

**（二）考试评分与建议**

闭卷考试。考试内容以掌握知识点为主，简单计算，有一定的综合分析题和设计题，提高学生运用掌握知识点分析问题和设计的能力。成绩占总分的60%。

课堂练习：安排课堂随机练习3~5次，成绩占总分的10%。

讨论交流：文献查阅和分组讨论、集中交流，成绩占总分的10%

作业，每一章安排作业2次（或者合并为1次但题量与2次的相等），共5章10次（或5次）作业，要求独立完成，按时上交。成绩占总分的10%。

课堂随机提问和点名2-3次。成绩占总分的10%。

**四、教学安排**

第一章、光的电磁理论基础： 12学时

麦氏方程形式，平面波和球面波，横向性，辐射强度矢量（3学时）

方程形式，**k**，**E**，**B**之间的关系，平面波和球面波表达式

**S**矢量的计算

光在介质表面的反射、折射、全反射，菲涅耳公式（3学时）

P光，S光，菲涅耳公式，半波损失，反射比和透射比

布儒斯特角、全反射角和意义，倐逝波

光在金属表面的折反射（1学时）

复介电常数的表示和意义，穿透深度，金属的反射特性

光波的叠加、偏振态（3学时）

电磁场的叠加和计算，线偏、圆偏和椭偏的表达式

光学拍现象，驻波现象，相速和群速的意义

光波的傅里叶分析（2学时）

波列的时域和空域变换，单色波和实际波列概念

**第二章、光的干涉和干涉系统： 12学时**

光的干涉条件、杨氏干涉（2学时）

干涉三条件，条纹及条纹的空间分布

条纹可见度（1学时）

可见度的定义和计算，光源宽度和非单色性对可见度的影响

双光束干涉、等厚、等倾（4学时）

双光束干涉的分类，定域概念，等厚等倾干涉的条纹特点

典型干涉系统分析，傅里叶变换光谱仪（2学时）

参考波面，待测波面，等厚干涉测量，

麦克耳逊干涉仪，傅里叶变换光谱仪

多光束干涉、F-P干涉及应用（3学时）

多光束干涉条纹的锐度和精细度，F-P原理

自由光谱范围，增透膜和减反膜

**第三章、光的衍射： 12学时**

光的标量衍射理论及近似（2学时）

惠更斯原理，菲涅耳公式，三种近似的条件和结论

典型孔径的夫琅和费衍射（2学时）

夫琅和费衍射的意义，方孔，缝和圆孔的夫琅和费衍射

夫琅和费衍射与傅里叶变换的关系（1学时）

空间频率，傅里叶变换性质和衍射现象的关系，互补屏

衍射极限和分辨率（1学时）

爱里斑，衍射极限，典型光学仪器的分辨率

多缝衍射和光栅（4学时）

多逢衍射的计算和性质，光栅级次、色散、分辨本领

闪耀光栅、闪耀角

菲涅耳衍射（2学时）

菲涅耳波带概念及计算

**第四章、傅里叶光学： 12学时**

复振幅和空间频率概念（2学时）

空间频率，角谱概念

透镜的傅里叶变换特点（2学时）

透镜性质与傅里叶变换的关系

相干成像系统分析（2学时）

成像的线性和空间不变性，相干传递函数和截止频率

非相干成像系统分析（1学时）

点扩散函数、光学传递函数

阿贝成像理论和波特实验（1学时）

频谱面与二次衍射，波特实验

光信息处理，4F系统（2学时）

4F系统，相衬显微镜

光全息理论（2学时）

干涉成像与衍射成像，物波，参考波，全息特性

**第五章、光的偏振和晶体光学基础： 16学时**

偏振概念及光在晶体中的传播（4学时）

偏振光定义和产生，各向异性的表示，介电张量

晶体中光的传播，O光，E光，离散角的计算

光轴、主平面、主截面

晶体光学性质的几何表示（2学时）

折射率椭球，各种波面，正负晶体

光在晶体表面的折射和反射（3学时）

晶体表面的折反射，惠更斯和菲涅耳作图法

晶体偏振器件及琼斯矩阵表示（3学时）

各种起偏和检偏器件，波片

偏振状态和偏振器件的琼斯矩阵表示

偏振光的变换、干涉和测定（2学时）

典型偏振状态的检测，平行和会聚光的干涉

磁、声、电光效应（2学时）

介绍典型的磁、声、电光器件和效应

**五、参考教材及相关资料**

**主要教材：**

《工程光学》（第4版）郁道银、谈恒英主编机械工业出版社，2015年出版

**参考书：**

Principle of Optics(6th or 7th edition), Marx Born, Cambridge University Press

Introduction to Fourier Optics, J.W.Goodman, Roberts & Company Publishers

《物理光学》，梁铨廷，电子工业出版社,2008

《光学原理》，M.玻恩等，电子科学出版社，2005

《傅立叶光学导论》J.W.Goodman, 电子工业出版社，2006

**六、课程教学网站**

**光电系网站---本科生教学—本科课程**

**84190030 量子光学基础及应用**

**课程代码：**84190030  **课程名称：**量子光学基础及应用

**课程英文名称：**Quantum Optics: Fundamentals and Applications

**学分：**2.5  **周学时：**2.5-0.0

**面向对象：**光电学院大三学生 **预修课程要求：**大学物理与电磁学（电磁场与电磁波）

**一、课程介绍（100-150字）**

**（一）中文简介**

本课程主要讲授光量子学方面的基本概念、基本理论和实验现象以及典型应用。根据历史发展过程以及从基础到应用线索，本课程依次含三块教学内容：量子力学、量子光学、量子信息。本课程包括量子力学的发展简史、基本原理、基本实验以及利用理论对基本光量子学现象和效应进行解释；同时亦讲授量子光学（电磁场量子化、光的各种量子态、光与原子相互作用的半经典与全量子描述、量子光学实验中常用的物理系统）与量子信息领域（量子测量、量子通讯、量子计算）的基本内容与近代进展。量子力学是研究微观粒子运动规律的基本理论，是深入了解自然界的运动规律和研究光子学、光电子学、原子分子物理、凝聚态物理以及其它应用技术如激光与超导等不可缺少的理论基础，希翼本课程对开拓学生视野、提高学生的基础研究能力以及树立近代的物质世界观等产生重要意义。

**（二）英文简介**

The present course “Quantum Optics: Fundamentals and Applications” includes the topics of quantum mechanics, quantum optics and quantum information. Fundamentals of quantum optics, such as brief history, theoretical principles of quantum mechanics, and quantum mechanical interpretations of various light-matter interactions, will be taught in this course. Four subjects consist of the present course: specifically, （i） Introduction to quantum theory, including quantum mechanical wavefunction, Schrödinger equation and its simple applications, quantum operators and their properties, hydrogen atom, electron spin and its spin wavefunction and Zeemann effect; （ii） Topics in quantum optics, such as electromagnetic field quantization, quantum states of light, light-atom interaction （semiclassical and full quantum descriptions） as well as cavity quantum electrodynamics; （iii） Topics in quantum information, including quantum measurement, quantum communications, and quantum computation; （iv） Modern developments in quantum mechanics and quantum optics, including single- and two-photon interference, coherent state and squeezed state, electromagnetically induced transparency, laser cooling and Bose-Einstein condensation. This course is expected to enable students to build a solid foundation for learning more advanced courses such as photonics, atomic/molecular physics, condensed matter physics and quantum information.

**二、教学目标**

**（一）学习目标**

使学生对量子力学（特别是与量子光学、量子信息学、光电子学相关的量子力学理论）有基本的了解，加强理论基础，为学生日后进一步学习和研究光与物质相互作用的学科，如光电子学、光谱分析、现代量子光学、量子信息学（量子通讯与量子计算）等打下必要的数理基础。通过对本课程的学习，学生能利用电子的物质波理论（一次量子化）来分析原子物理、固体物理、光电子学中的基本量子现象，能用原子的物质波观念来分析低温量子气体现象（如玻色凝聚），能用光场量子化（二次量子化）以及量子电磁场与原子的相互作用模型来思考和分析原子物理和量子光学中的光的吸收和产生现象。学习与理解二十世纪四十年代之后蓬勃发展的量子光学主要现象、主要理论以及主要应用；了解二十世纪八十年代之后的量子信息学（主要包括量子测量、量子通讯、量子计算）中的基本概念、基本思想、基本原理以及典型应用。本课程意图培养和提高学生分析和解决问题的能力，使得学生对新近发展的相关前沿研究内容有基本的了解，并让学生建立起科学的思维模式。

**（二）可测量结果**

要求学生能运用相应的数学方法求解简单的量子体系，应用基本概念和规律解释一些基本的光量子学现象和效应。

具体可测量结果如下：

①了解量子理论自1900年到1926年的发展简史（如1900年普朗克用能量量子化思想解释黑体辐射能谱、1905年爱因斯坦利用光子概念解释光电效应实验定律、1913年玻尔用光子概念、角动量量子化、能级跃迁假设解释氢原子光谱规律、1923年康普顿光子-电子散射效应、1924年德布罗意物质波思想、1926年薛定谔方程的建立等）。

②了解量子力学发展史上的代表性实验（如光电效应、康普顿效应、体现电子自旋的实验，如斯特恩－盖拉赫实验与光谱线精细结构）。了解量子力学基本原理（例如态用波函数描述；力学量用算符表示；态遵守薛定谔方程；波恩的概率波诠释；粒子全同性原理等）。

③理解如何用薛定谔方程来求解一些简单的量子系统（例如一维无限深势阱、线性谐振子、一维势散射（隧道贯穿）问题等）。理解力学量算符（厄密算符）的各种性质和运算规则，尤其是要理解哈密顿量算符、动量算符、角动量算符、自旋算符的表达式及其运算性质。了解电子自旋与光谱的关系、电子自旋波函数、电子自旋与泡利不相容原理；光子自旋与偏振态的关系。

④掌握态矢量和力学量算符的表象及表象变换、幺正变换、纯态、混合态、密度矩阵概念；掌握纠缠态概念、两态体系、泡利矩阵，掌握量子力学三种绘景；掌握电磁场量子化思想与理论、光的三种量子态（Fock态、相干态、压缩态）概念、光-原子相互作用理论（经典光场与原子的相互作用、量子光场与原子的相互作用、Jaynes-Cumming模型、缀饰态、原子自发辐射的量子理论）、光学分束器理论，了解量子光学实验中常用的物理系统；了解电磁场的相干性概念（经典一阶、二阶相干函数；量子一阶、二阶相干函数）。

⑧学习与了解量子信息简论，包括基本概念（量子比特、量子态不可克隆定理、量子纠缠）、量子通讯（量子密集编码、量子隐形传态、量子密匙分发）、量子计算（量子寄存器、量子逻辑门、量子算法等）；Bell不等式、量子远程（隐形）传输（量子传真）。

⑨了解若干量子光学领域的现代前沿进展，如光的自旋纠缠态、量子远程输运、光子干涉、光的量子态（相干态、压缩态）、电磁感应透明、激光冷却与玻色-爱因斯坦凝聚等。

**三、课程要求**

**（一）授课方式与要求**

课堂讲授。教师讲授核心内容、进行课堂和课外答疑，学生完成一定量的作业；如课时充裕，学生参与课堂讨论或学生通过阅读文献，汇报当前光量子学重要研究进展。期末开卷考试。要求学生认真完成教师所发讲义资料的学习，并能融会贯通，对量子力学基本知识和量子光学基本内容形成比较系统的认识。

**（二）考试评分与建议**

开卷笔试。试题类型一般为：判断题、选择题、简答题和计算证明题。考试总评分构成为：卷面分约占60%，平时分约占40%（包括课堂出勤率、作业完成情况、大作业/调研报告/专题汇报等）。

**四、教学安排**

本课程教学内容分为四部分：

**第一部分为量子力学基本原理、实验与理论**，包括量子力学的提出与简史、基本假设、波函数和薛定谔方程、一维定态问题、力学量的算符表示、氢原子、自旋等。

**第二部分为量子光学基本现象与理论**，包括态矢量和力学量算符的表象及表象变换、幺正变换、纯态、混合态、密度矩阵概念、纠缠态概念、两态体系、泡利矩阵，掌握量子力学三种绘景、电磁场量子化、光的三种量子态基本概念（Fock态、相干态、压缩态）、光-原子相互作用（经典光场与原子的相互作用、量子光场与原子的相互作用、Jaynes-Cumming模型、缀饰态、原子自发辐射的量子理论）、电磁场的相干性、腔量子电动力学基本现象、量子光学实验中常用的物理系统。

**第三部分为量子信息学基本现象与主要原理**，包括基本概念（量子比特、量子态不可克隆定理、量子纠缠、鬼成像（ghost imaging））、量子通讯（量子密集编码、量子隐形传态、量子密匙分发）、量子计算（量子寄存器、量子逻辑门、量子算法等）等。

**第四部分为量子光学若干前沿进展简介**：包括光子及其干涉现象、相干态和压缩态（应用）、电磁诱导透明和无反转激光器、激光冷却、玻色-爱因斯坦凝聚等。

**具体教学安排如下：**

**第一讲（3学时）：量子论的诞生与旧量子论主要现象与理论（1900-1926年）**

主要内容：1900年经典物理学的困难（黑体辐射紫外发散、光谱离散的谱线现象、光电效应现象等无法被当时的牛顿力学、经典电磁理论、统计力学解释）；1900年普朗克量子论的诞生及其发展和应用（普朗克量子假说、爱因斯坦光子学说、玻尔氢原子结构和光谱理论、康普顿散射解释等）；实物粒子的波粒二象性（德布罗意物质波思想以及理论、用电子波动性解释玻尔理论中的角动量量子化、电子物质波的实验检验如汤姆逊与戴维逊-葛末衍射实验等）。

**本讲知识重点：**玻尔氢原子结构和光谱理论、康普顿散射解释与计算论证、德布罗意物质波思想以及理论。

**本讲思考题：**德布罗意物质波思想及理论(1924)如何替玻尔氢原子结构理论(1913)打下一个扎实的基础？

**第二讲（3学时）：波函数和薛定谔方程与一维定态问题**

主要内容：波函数的引入、波函数的自然条件（连续、单值、有限/可积）、波函数的统计诠释；量子态的叠加性；坐标表象与动量表象、力学量的平均值和算符的引进；薛定谔方程的引进；用薛定谔方程分析粒子流密度和粒子数守恒定律；定态薛定谔方程的导出。

一维定态问题主要内容：此为定态薛定谔方程对典型问题的简单应用，包括：一维无限深势阱；线性谐振子；一维势散射（隧道贯穿）问题等。这些问题有助于具体理解已学过的量子论基本知识、有助于进一步阐明其它基本原理，这些一维问题还是处理其它各种复杂问题（如量子阱、隧道效应）的基础。

**本讲知识重点：**波函数的统计诠释、坐标表象与动量表象、力学量的平均值和算符的引进、薛定谔方程的引进、定态薛定谔方程的导出；一维无限深势阱与线性谐振子。因为课时有限，有的内容根据实际情况选讲。

**本讲思考题：**以具体例子为例，思考求解薛定谔方程有哪些步骤。

**第三讲（4学时）：量子力学中的力学量、电子自旋及效应**

主要内容：算符的运算规则、动量算符和角动量算符、电子在库仑场中的运动、氢原子（用薛定谔方程再探氢原子，与玻尔半经典半量子理论思路不同）、厄密算符的本征值与本征函数、算符与力学量的关系、共同本征函数、测不准关系。

电子自旋主要内容：斯特恩－盖拉赫实验与光谱线精细结构、电子自旋、电子自旋的回转磁比率；电子的自旋算符和自旋波函数、自旋算符的矩阵表示与 Pauli 矩阵；简单塞曼效应（在强磁场下）、氢与类氢原子在外磁场中的附加能、求解带有自旋磁矩与磁场相互作用势能的薛定谔方程。

**本讲知识重点：**动量算符和角动量算符、氢原子及其波函数、原子的三个量子数（主量子数、角量子数、磁量子数）、厄密算符的本征值与本征函数、测不准关系。斯特恩－盖拉赫实验与光谱线精细结构、自旋算符的矩阵表示与 Pauli 矩阵、简单塞曼效应。因为课时有限，有的内容根据实际情况选讲。

**本讲思考题：**思考用薛定谔方程研究氢原子与用玻尔理论研究氢原子，在思路、理论工具、模型特点中有哪些不同点。

**第四讲（3学时）：量子光学：基本概念与相关知识**

主要内容：态矢量和力学量算符的表象及表象变换、幺正变换、纯态、混合态、密度矩阵概念；掌握Hilbert空间内的归一、正交、完备性条件、狄拉克符号、纠缠态概念、两态体系、泡利矩阵，掌握量子力学三种绘景等。

**本讲知识重点：**力学量算符的表象及表象变换、幺正变换、纠缠态概念、量子力学三种绘景以及Hilbert空间内的归一、正交、完备性条件、狄拉克符号等。

**本讲思考题：**总结量子力学三种绘景，并记忆有关公式(在理解的基础上记忆)。

**第五讲（3学时）：量子光学：经典电磁场与原子的相互作用**

主要内容：光-原子相互作用（经典光场与原子的相互作用）、多模(与单模)电磁场与多能级原子相互作用、薛定谔方程求解、双模电磁场与三能级原子相互作用、原子相干布居、电磁感应透明现象。

**本讲知识重点：**双模电磁场与三能级原子相互作用、薛定谔方程求解、原子相干布居、电磁感应透明现象。

**本讲思考题：**推导双模电磁场与三能级原子相互作用的薛定谔方程解, 并用理论来解释电磁感应透明效应的各种现象(如色散很大、双光子共振、折射率修饰等)。

**第六讲（3学时）：量子光学：电磁场量子化**

主要内容：电磁场的驻波模式、电磁场的行波模式、电磁场量子化、光的三种量子态（Fock态、相干态、压缩态）。电磁场的算符表示，光子产生、湮灭算符；量子零点涨落真空能；有关算符的代数定理、算符的本征态；热态、多模压缩真空态、光学分束器理论(经典描述、量子力学描述)等。

**本讲知识重点：**电磁场量子化、产生湮灭算符、量子零点涨落真空能；有关算符的代数定理；Hilbert空间内的归一、正交、完备性条件, 光学分束器理论(经典描述、量子力学描述)。因为课时有限，有的内容根据实际情况选讲。

**本讲思考题：**总结“电磁场量子化”步骤及其物理含义。

**第七讲（3学时）：量子光学：量子化电磁场与原子的相互作用**

主要内容：光-原子相互作用（量子光场与原子的相互作用）、光子产生、湮灭算符与电子产生、湮灭算符之间的耦合、全量子化的二能级Jaynes-Cumming模型哈密顿量与本征态、缀饰态，薛定谔方程求解；三能级Jaynes-Cumming模型（一般了解）、电磁场的态密度、二能级原子的自发辐射、三能级原子的双光子级联发射。

**本讲知识重点：**量子光场与原子的相互作用与二能级Jaynes-Cumming模型、薛定谔方程求解、二能级原子的自发辐射、三能级原子的双光子级联发射。

**本讲思考题：**比较“量子化电磁场与原子的相互作用”(本讲)与“经典电磁场与原子的相互作用”(第五讲)之区别。

**第八讲（2学时）：量子光学：腔量子电动力学典型效应**

主要内容：介绍量子光学实验中常用的物理系统与腔量子电动力学典型效应（包括受限在一定狭小空间如高品质微波腔、光学微腔等体积有限量子力学器件中的原子与光场相互作用中所体现的量子相干效应）、Casimir效应（金属双板之间因为排斥长波量子零点涨落真空能模式故而有微弱吸引力）；原子自发辐射的量子理论（原子激发态的自发辐射衰变率强烈受到腔体尺寸的影响）；原子纠缠态的制备方案(理论机制)、腔场薛定谔猫态、光子数的非破坏测量、了解超导电路和囚禁离子系统以及其它光学系统(单光子Mach-Zehnder干涉仪、纠缠光子源、Hong-Ou-Mandel干涉仪)。

**本讲知识重点：**Casimir效应、原子纠缠态的制备方案(理论机制)、腔场薛定谔猫态、光子数的非破坏测量等。

**本讲思考题：**总结“原子自发辐射的量子理论”和“原子纠缠态的制备方案(理论机制)”。

**第九讲（2学时）：量子信息简介之一：量子测量**

主要内容：量子信息科学是在1980年代发展起来的新兴领域，它利用量子力学规律与量子光学效应来设计量子系统并操作物理信息，通过物理系统（例如二能级体系、光的偏振、超导量子干涉仪、量子阱、离子阱、量子点等）的各种相干特性（如量子不可克隆定律、量子并行行为、量子纠缠操作以及一些量子测量效应等），进行量子检测、量子编码、信息传递以及量子计算的新型信息发送与表达方式。本内容含有基本概念（量子比特、量子态不可克隆定理、量子纠缠、鬼成像（ghost imagine））；量子测量问题、双态系统、量子纠缠与纠缠分析，Bell基矢空间之非定域性、量子隐变量理论、Bell不等式的违反与实验。因为课时有限，有的内容根据实际情况选讲。

**本讲知识重点：**量子比特、量子态不可克隆定理、量子纠缠与Bell不等式。因为课时有限，有的内容根据实际情况选讲。

**本讲思考题：**给出“量子不可克隆定律”的数学证明过程，并叙述它有什么应用意义。

**第十讲（2学时）：量子信息简介之二：量子通讯**

主要内容：EPR对、量子非局域关联、Bell基测量、量子态幺正变换、量子通讯（量子隐形传态、量子密集编码、量子密匙分发）基本概念与原理。

**本讲知识重点：**量子隐形传态、Bell基测量、量子态幺正变换。

**本讲思考题：**详细叙述“量子隐形传态”工作机制(也即实验原理)。

**第十一讲（2学时）：量子信息简介之三：量子计算**

主要内容：量子计算通过量子逻辑门来操控量子态的演化（实现量子态的转换），进行量子信息存储、处理与发送。本讲包括：量子寄存器、量子逻辑门、量子算法等基本概念和基本工作原理（一般了解）。因为课时有限，有的内容根据实际情况选讲。

**本讲知识重点：**量子寄存器与量子逻辑门。

**本讲思考题：**记忆本讲中的若干“量子寄存器、量子逻辑门”的矩阵表示。

**第十二讲（3学时）: “量子光学基础前沿简介”之光子及其干涉现象**

主要内容：什么是光子？光子性质和定量描述（波长、频率、寿命和自旋等）；从量子光学角度理解光的干涉（杨氏干涉、量子双缝干涉）、J.A. Wheeler 延迟选择实验、M.O. Scully 双光子实验、Hong-Ou-Mandel 效应、单光子干涉、光子的统计、引力波探测等。

**本讲知识重点：**光子性质和定量描述、光的干涉（杨氏干涉、量子双缝干涉）、J.A. Wheeler 延迟选择实验、光子的统计。

**本讲思考题：**理解与记忆如下量子光学现象的要点：从量子光学角度理解光的干涉（杨氏干涉、量子双缝干涉）、J.A. Wheeler 延迟选择实验、M.O. Scully 双光子实验、Hong-Ou-Mandel 效应、单光子干涉、光子的统计。

**第十三讲（1学时）: “量子光学基础前沿简介”之相干态和压缩态**

主要内容：光的相干性、光子数态（Fock态）及其测不准关系、泊松分布；

最接近经典光场的量子态——相干态；将场强压缩到量子噪声以下的光场量子态——压缩态。

**本讲知识重点：**光子数态（Fock态）、泊松分布、相干态和压缩态基本概念。

**本讲思考题：**理解与记忆三个光量子态的理论表达式与基本性质(光子数态（Fock态）、相干态和压缩态)。

**第十四讲（2学时）: “量子光学基础前沿简介”之电磁诱导透明和无反转激光器**

主要内容：此为第五讲经典电磁场与原子的相互作用理论的进一步深化。电磁诱导透明基本现象、物理机制（电磁感应透明起源于多能级原子从基态向激发态跃迁过程所导致的量子相干与相消量子干涉效应）、电磁感应透明实验（由Harris小组于1991年完成）、物理解释（用原子布居捕获机制（涉及暗态）或原子跃迁路径的量子相消干涉来解释）。

**本讲知识重点：**电磁诱导透明基本现象与物理解释。

**本讲思考题：**电磁诱导透明有哪些应用？你能否提出一两个新应用(只要言之成理即可)？

**第十五讲（2学时）: “光量子学基础前沿简介”之激光冷却**

主要内容：激光冷却和原子捕陷的科学研究意义、激光冷却的基本机制（运动原子迎面吸收光子，自身动量降低）；激光冷却研究简史、激光冷却原子的目的（获得宽度近乎极限的光谱线、高分辨光谱分析、高精度原子钟、实现低温量子气体及其宏观量子现象等）。

**本讲知识重点：**激光冷却的基本机制。

**本讲思考题：**理解与记忆激光冷却和原子捕陷的物理机制。

**第十六讲（2学时）: “光量子学基础前沿简介”之玻色-爱因斯坦凝聚**

主要内容：玻色-爱因斯坦凝聚概念、简要历史、特性（宏观量子现象,即宏观数目的玻色子处于同一个量子基态）、玻色凝聚实现条件（超低温即原子的德布罗意波长大于原子的间距）、玻色凝聚实验装置、典型实验、玻色凝聚应用等。因为课时有限，有的内容根据实际情况选讲。

**本讲知识重点：**玻色-爱因斯坦凝聚概念、特性和实验实现条件。

**本讲思考题：**向科学爱好者(假象的人物)解释玻色-爱因斯坦凝聚以及实现的物理条件。

**说明：**以上教学内容所需授课时间略超计划教学时数，因此部分内容根据实际情况可以不在课堂讲授或略去。

**五、参考教材及相关资料**

**参考教材：**

1. 张智明, 量子光学，科学出版社，2015年**(此为主要教材)**

2**.** 曾谨言，量子力学教程, 科学出版社（此为“量子力学（I）”的简本，适合非物理系学生）.

3. M. O. Scully and M. S. Zubairy, Quantum Optics, CambridgeUniversity Press,1997.

4. 张登玉，量子逻辑门与量子退相干，科学出版社，北京, 2013.

5. 张永德. 量子信息物理原理, 科学出版社, 北京, 2006.

6. 杨伯君，量子光学基础，北京邮电大学出版社，1996.

7. Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, CambridgeUniversity Press, 2000.

**相关资料：**

1. 量子论中的具里程碑意义的理论（教师撰写作为课堂补充资料）
2. 科普阅读资料，如《百年量子》、《质子、中子里有些什么》、《低温量子气体与原子（物质波）光学》、《量子信息论简介》等

**六、课程教学网站**

http://opt.zju.edu.cn/eclass/quantumopt/redir.php?catalog\_id=98046

**84190040 光电材料及应用**

**课程代码：**84190040 **课程名称：**光电材料及应用

**课程英文名称：**optical materials and applications

**学分：** 2.5 **周学时：**2.5-0

**面向对象：**本科生 **预修课程要求：**大学物理，应用光学

**一、课程介绍（100-150字）**

**（一）中文简介**

本课程将讲述玻璃、晶体和光电有机物等光电材料的物理、性能和应用。通过对光学玻璃的折射率，吸收与成分之间的关系，光学晶体的晶格、点群分类、张量特性，有机材料的共轭电子特性、吸收与发光性能论述，使学生掌握光电功能材料的基本知识，并重点介绍红外光学玻璃、激光玻璃、光学非线性晶体、电光晶体、硅光子学材料以及有机电致发光材料的性能与应用。

**（二）英文简介**

This course mainly describes the physics, properties, as well as applications of optoelectronic materials such as glasses, crystals and optical organics. The main knowledge points of this course include: refractive index of glass, the relationship between absorption and glass composition, lattice, point group classification of crystals, definition of tensors, electric properties of conjugated organic molecules, absorption and emission properties of optical organic materials. The course will focus on the introduction of infrared optical glasses, laser glasses, nonlinear optical crystals, electro-optic crystallines, silicon photonic materials, as well as organic light-emitting diodes materials.

**二、教学目标**

**（一）学习目标**

使得学生掌握光学玻璃，光学晶体与光电有机物材料的结构及相关光学性能。掌握光学玻璃的折射率，吸收，光学晶体的结构，张量知识以及晶体的线性光学与非线性光学理论，光电有机物的物理化学特性，介绍光电材料领域最新的研究成果，激发学生对于该领域的研究兴趣，并为后续的光学类专业课程的学习打下良好的基础。

**（二）可测量结果**

1．能够清晰理解光学玻璃折射率的定义，了解折射率与玻璃成分、结构的关系。

2. 学生能够了解数种光学玻璃，如BK7，SF2，石英玻璃，硫系玻璃的结构性能。

3. 能够熟练运用阿贝图。

4. 理解晶体的对称操作，点群的含义。能够指出7大晶系的结构特征，对于32种点群对应的对称操作能够准确无误指出。

5. （重点）学生能够理解张量的定义，能够对二阶张量的示性面与晶体对称性的关系有深入的了解，能够理解高阶张量的物理含义。

6. 学生能够推导重要点群的压电模量、电光系数张量的矩阵。

7. 对压电效应、热释电效应、铁电效应、非线性光学效应、电光效应、声光效应及材料有深入的理解，能够应用各类材料。

8. 对于重要的半导体材料如Ge/Si，GaAs,InP,GaN,ZnO的结构、性能与应用有深入的了解。

9.使得学生理解OLED及有机光伏材料的工作原理、材料结构与应用。

**三、课程要求**

**（一）授课方式与要求**

a.教师讲授：讲授核心内容、答疑、布置课后习题、推荐课后阅读的主要内容，包括参考书籍与参考文献等；

b.课后阅读：根据课堂推荐参考文献，课外阅读英文参考文献；

c.阅读评论(comment)：根据课外阅读的数篇参考文献，撰写相关主题的阅读评论，鼓励学生在课程内容范围内自行寻找外文文献，并发表相关评论；

d.学生讲解（翻转课堂）：针对半导体材料的部分章节，学生自由组队，收集相关资料，录制讲解视频，撰写总结文档。

**要求**：学生上课认真听讲，积极参与课程内容讨论，对光学材料相关知识有一定的兴趣。

**（二）考试评分与建议**

翻转课堂大作业占总成绩35%，平时表现及作业15%，期末考试50%

**四、教学安排**

**第一讲**

**主要内容：**绪论（面向未来的光学材料）（1学时），对于光学玻璃、光学晶体、光学有机材料作简单介绍，以石英光纤、石墨烯、OLED以及LED等目前被广泛关注的光学材料为例介绍光学材料的重要应用前景；光学玻璃的结构（1学时）,讲解玻璃的近程有序与远程无序的无规网络结构。

阅读材料：《光学玻璃》上册，干福熹等著，第一章，1982，科学出版社

思考题：玻璃的结构如何影响到其物理特性？

**第二讲**

**主要内容：**光学玻璃的折射率（1学时），包括分子体积与分子折射度对于折射率的影响，成分影响玻璃折射率的规律，色散原理，光学玻璃的折射率与阿贝数，冕牌与火石光学玻璃。光学玻璃紫外、可见、红外的吸收（2学时），包括吸收的来源，如何获得紫外、红外高透的光学玻璃，颜色玻璃的特点等。

阅读材料：《光学玻璃》上册，干福熹等著，第四章，1982，科学出版社

思考题：玻璃的红外吸收来源是什么？

**第三讲**

**主要内容：**紫外与红外光学玻璃（2学时），包括i线玻璃的组成，光学石英的性能，CaF2晶体在紫外材料方面的应用，非氧化物玻璃的组成及红外透过性能，阅读材料：Ultrafast all-optical chalcogenide glass photonic circuits, Opt. Exp., 2005,15(15) 9207-9221

思考题：应用于现代光刻机的紫外玻璃应该具有怎样的成分

**第四讲**

**主要内容：**紫外与红外玻璃（1学时）紫外与红外玻璃的应用；激光玻璃 (2学时), 稀土元素的结构与发光性能，激光玻璃的基质与发光材料各自对产生激光性能的影响，几种典型的激光玻璃介绍。

阅读材料：Nd-doped phosphate glasses for high-energy/high peak energy lasers. J.non-cryst.solids,2000,263&264:318-341

思考题：为什么Nd+，Er3+成为发光领域备受关注的稀土离子材料？

**第五讲**

**主要内容：**光学晶体的结构、对称性、晶向与晶面、点群 (2学时)，包括晶胞，7大晶系，8种对称要素，32种点群的含义，晶向与晶面的定义，如何在单胞内画出晶向与晶面。要求学生根据点群符号就能立即说出该点群晶体属于什么晶系，有怎样的对称要素。

阅读材料：《Introduction to ceramics》, Kingery, Chap.4, 1960, John Wiley & Sons, Inc.

思考题：如何从点群国际符号中获得相关晶体的对称要素信息？

**第六讲**

**主要内容：**张量、张量的示性面 (3学时)，包括张量的定义，自由下标与哑下标，坐标轴的转换与张量的关系，多阶张量的定义，张量的阶数与对称中心之间的关系，张量的示性面，示性面的径矢及法矢，二阶张量的示性面与晶体对称性质的关系，诺依曼法则，光率体。

阅读材料：《Physical properties of crystals》,J.F.Nye, Chap.1,2, 1985, Clarendon Press,

思考题：逆介电常数张量的示性面是什么，有什么特征？

**第七讲**

**主要内容：**晶体的电学性能（压电、热释电、铁电）（2学时），包括压电、热释电、铁电性能之间的外延包含关系，各自性能的定义，相关压电模量、电致伸缩系数与热释电系数张量的特点，电滞回线的特征，重点讲述压电模量与点群之间的关系，特征压电材料及其应用，特征热释电材料及其应用，特征铁电材料及其应用。

阅读材料：《晶体物理学》，俞文海，刘皖育，第5，6章，1998，科学出版社。

思考题：试举例说明晶体的压电性在现代光学领域的应用？

**第八讲**

**主要内容：**晶体的非线性光学性能(3学时)，包括非线性原理，非线性极化率张量表达式，多种光学非线性现象，如谐波产生、参量振荡、拉曼散射等，相位匹配的条件，举例说明多种光学非线性晶体，晶体的对称性与非线性极化率张量之间的关系，光学非线性性能的多种应用举例等。

阅读材料：《非线性光学原理》，沈元壤，上册，1987，科学出版社。

思考题：要成为优良的光学非线性晶体，应该具备哪些必要的条件？

**第九讲**

**主要内容：**晶体的电光效应与声光效应（2学时），包括电光效应的原理，线性与非线性电光效应，电光系数张量，横向与纵向电光效应，电光效应的应用，典型的电光晶体，弹光效应，声光效应的机理，声光相互作用的方式，声光优值，声光晶体种类，电光、声光效应在集成光电器件上的应用等。

阅读材料：《Laser and Electro-optics》C.C.Davis, Chap.19, 1996, Cambridge University Press.

思考题：试推导4mm点群晶体电致双折射的表达式。

**第十讲**

**主要内容：**半导体晶体的结构与性能（3学时），包括半导体的能带理论，直接带隙与间接带隙，半导体材料的特征参数，包括晶格常数、带隙宽度、载流子迁移率等。重点讲述III-V族半导体材料GaAs, InP, GaN, IV族半导体材料Si，Ge，II-VI族半导体材料ZnS，ZnO在光发射、接收、调制以及非线性光学元件方面的应用。

阅读材料：《硅光子学》，余金中，第2，5，6，8，9章，2011，科学出版社。

思考题：锗在光学中的应用价值。

**第十一讲**

**主要内容：**有机光电材料介绍（2学时），包括有机材料的特点，分子轨道，共轭电子特性，小分子与聚合物，有机光电介质材料，有机光电功能材料等。

阅读材料：《Materials Science and Engineering an introduction》,W.D. Callister, chap.15, John Wiley & Sons, Inc.

思考题：有机材料有哪些与无机材料不同的特点？

**第十二讲**

**主要内容：**有机光电材料在有机电致发光领域的应用（2学时），包括OLED的器件结构，对于材料的要求，OLED关键性能参数，OLED器件制造工艺，小分子与聚合物材料所组成的OLED器件对于结构、工艺的不同要求等。有机光电材料在太阳能方面的应用（1学时），太阳能电池对于光电材料的要求等。

阅读材料：《高性能聚合物光学材料》，杨柏，吕长利，沈家骢，第5章， 2005，化学工业出版社

思考题：OLED对于所组成的材料有什么样的要求？

**第十三讲**

**主要内容：**有机材料在太阳能电池方面的应用（2学时），包括光伏器件结构介绍，体异质结，钙钛矿太阳能电池等。

阅读材料：Two layer organic photovoltaic cell, Appl.Phys.Lett., 1986,48(2), 183-185

思考题：什么是有机太阳能电池的本体异质结结构，该结构对器件的性能有怎样的影响？

**第十四讲**

**主要内容：**有机光学非线性材料的结构性能（2学时），包括分子超极化率，共振与非共振非线性，二阶有机非线性材料的结构特点，三阶光学非线性材料的组成及性能等。柔性基板上的光电材料（1学时）包括柔性基板的特点，与有机光电材料之间的结构性能匹配关系。

阅读材料：Optical nonlinearity: phenomena, applications, and materials, Adv. Mater., 1993,5(7/8)520-545

思考题：什么是有机材料的共振非线性效应与非共振非线性效应？

**第十五讲**

**主要内容：**翻转课堂，学生就半导体晶体的物理、应用专题作现场讲解，并进行专题讨论（2学时）。

**第十六讲**

**主要内容：**课程相关内容最新进展介绍，包括：钙钛矿太阳能电池发展、二维材料在光电领域的应用等，课程总结、复习（3学时）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | **绪论（面向未来的光学材料），光学玻璃的结构（讲授）** | 2课时 |
| 2 | **光学玻璃的折射率，紫外、可见、红外的吸收（讲授）** | 3课时 |
| 3 | **紫外、红外光学玻璃（讲授及讨论）** | 2课时 |
| 4 | **紫外、红外光学玻璃，激光玻璃（讲授）** | 3课时 |
| 5 | **光学晶体的结构、对称性、晶向与晶面、点群（讲授）** | 2课时 |
| 6 | **张量，张量的示性面（讲授及讨论）** | 3课时 |
| 7 | **晶体的电学性能（压电、热释电、铁电）（讲授）** | 2课时 |
| 8 | **晶体的非线性光学性能（讲授）** | 3课时 |
| 9 | **晶体的电光效应与声光效应（讲授）** | 2课时 |
| 10 | **半导体晶体的结构与性能（讨论及讲授）** | 3课时 |
| 11 | **有机材料在光学上的应用（讲授）** | 2课时 |
| 12 | **有机材料在有机电致发光与太阳能方面的应用（讲授）** | 3课时 |
| 13 | **有机光学材料在太阳能电池领域的应用（讲授）** | 2课时 |
| 14 | **有机光学非线性材料，柔性基板上的光电材料（讲授及讨论）** | 3课时 |
| 15 | **翻转课堂，半导体光学材料章节讲解（讨论）** | 2课时 |
| 16 | **光学材料的最新应用，总结与复习（讲授及讨论）** | 3课时 |

**五、参考教材及相关资料**

**教材：**《光学材料与元件制造》，叶辉，侯昌伦，浙江大学出版社2014年2月第一版

**参考资料：**

1. 《光学玻璃》（第二版），干福熹等著，科学出版社，1982年
2. 晶体物理学，俞文海，刘皖育编，中国科学技术大学出版社，1998年
3. Optical Waves in Crystals, Amnon Yariv and Pochi Yeh, John Wiley & Sons, 1983.
4. Physical properties of crystals,J.F.Nye, Clarendon Press, 1985.
5. 半导体光子学，余金中著，科学出版社， 2015年第一版
6. Optical Glass, Peter Hartmann, SPIE press, 2014
7. 高性能聚合物光学材料，杨柏等著，化学工业出版社，2005年

**六、课程教学网站**

http://opt.zju.edu.cn/eclass/opticalmaterials/

**84190050 机器视觉与图像处理**

**课程代码：**84190050  **课程名称：**机器视觉与图像处理

**课程英文名称**：machine vision and image processing

**学分：**3.0 **周学时：**3-0

**面向对象：**本科生

**预修课程要求：**高等数学、概率论、离散数学；高级语言程序设计、面向对象程序设计、算法与分析等课程；信号与系统、数字信号处理等课程。

**一、课程介绍（100-150字）**

**（一）中文简介**

《机器视觉与图像处理》是一门交叉学科领域的课程。本课程将侧重于培养学生在数字图形处理、目标识别和计算视觉工作的理论、方法、技术，使其具备在数字图像处理系统应用、开发或科研方面的初步能力。为以后从事模式识别、计算机视觉、图像通讯、多媒体技术等领域的研究与开发工作打下扎实的基础。

**（二）英文简介**

"Digital Image Processing and Machine Vision" is an interdisciplinary course. This course will focus on the theory and methods of the digital graphics processing, target recognition and machine vision. The students will be able to apply and develop the digital graphics processing system preliminary, which will lay a foundation in the research of the pattern recognition, computer vision, image communications, multimedia technology and other areas.

**二、教学目标**

**（一）学习目标**

学习者应了解和掌握数字图像处理和计算机视觉的基本理论，尤其是图像处理的概念、基本原理以及解决问题的基本思想方法有一个较为全面的了解和领会；同时能够了解各种智能图像处理与计算机视觉技术的相关应用；最终能应用这些基本方法设计数字图像处理系统，为学习图像处理新方法奠定理论基础。

**（二）可测量结果**

1．了解图像处理的概念及图像处理系统组成。

2．掌握数字图像处理中的灰度变换和空间滤波的各种方法。

3．了解图像变换，主要是离散和快速傅里叶变换等的原理及性质。

4．理解图像复原与重建技术中空间域和频域滤波的各种方法。

5. 理解彩色图像的基础概念、模型和处理方法。

6. 了解形态学图像处理技术。

7. 了解图像分割的基本概念和方法。

8. 掌握计算机视觉计算理论，了解计算机视觉信息系统模型。

**三、课程要求**

**（一）授课方式与要求**

授课方式：课堂多媒体教学。

课程要求：培养学生在数字图像处理和计算机视觉方向上的基本能力，培养相关兴趣，为其打下相关基础。

**（二）考试评分与建议**

平时成绩30%，期末考查70%。

**四、教学安排**

**（一）绪论(1学时)**

**主要内容**

介绍图像处理的基本概念和图像理解的基本内容和内涵。

**基本要求**

（1）了解数字图像的来源和真实世界的对应关系；

（2）了解图像处理的基本概念；

（3）了解图像理解的基本内容。

**重点**

数字图像的获取、存储、传输、处理、显示和应用。

**（二）图像与视觉系统(1学时)**

**主要内容**

讲授人类视觉系统基本构造和模型，亮度视觉与颜色视觉的基本概念、模型及视觉特性。

**基本要求**

（1）了解人类视觉系统的基本构造，熟练掌握视网膜的构造和功能以及人类视觉通路模型；

（2）熟练掌握人眼的单色视觉模型和彩色视觉模型；

（3）熟练掌握色彩的基本属性，了解光度学和色度学的基本概念和原理；

（4）掌握亮度和颜色感觉的视觉特性。

**重点**

视网膜构造和功能、色彩的属性、亮度和颜色的视觉特性、光度、色度学。

**（三）图像分析基础和图像变换(6学时)**

**主要内容**

讲授图像信号的数学表示，图像的采样和量化，图像像素的基本概念及相关概念，基本图像运算，图像的线性系统理论，二维傅立叶变换及其基本性质，快速傅立叶变换，离散余弦变换，离散沃尔什变换，K-L变换，离散小波变换以及其他的二维正交变换。

**基本要求**

（1）熟练掌握图像信号的采样和量化；

（2）熟练掌握图像的灰度直方图；

（3）熟练掌握图像象素的基本概念及象素的邻域、象素间的连通性、象素间的距离度量；

（4）掌握图像的点运算、代数运算和几何运算；

（5）掌握线性系统的基本性质，了解二维线性平移不变系统；

（6）掌握图像的卷积计算，了解图像的统计特性；

（7）熟练掌握二维傅立叶变换及其基本性质；

（8）掌握二维正交变换的一般表示形式，了解二维离散余弦变换、二维离散沃尔什变换、K-L变换等；

（9）了解二维离散小波变换。

**重点**

图像的采样和量化、图像灰度直方图、图像象素的邻域、象素间的距离度量、二维离散傅立叶变换、二维离散余弦变换。

**（四）图像增强和恢复(6学时)**

**主要内容**

讲授图像的空域增强技术，频域增强技术，图像退化的基本模型及图像恢复的基本思想，图像恢复的基本技术。

**基本要求**

（1）了解基本的图像空域变换，掌握直方图均衡化和直方图规定化；

（2）熟练掌握基本的图像空域滤波技术（平滑滤波器和锐化滤波器）；

（3）掌握常用的图像频域滤波技术（低通滤波器和高通滤波器，带通和带阻滤波器，同态滤波）；

（4）熟练掌握图像退化的数学模型；

（5）掌握图像复原的逆滤波方法，掌握维纳滤波复原方法；

（6）了解功率谱与点扩散函数。

**重点**

重点：直方图均衡化和规定化、平滑滤波器和锐化滤波器、同态滤波、图像退化的数学模型、逆滤波。

**（五）彩色和高光谱图像处理(2学时)**

**主要内容**

讲授彩色图像处理（增强和复原等），基于颜色特征的图像检索，以及高光谱图像处理。

**基本要求**

（1）了解彩色图像模型及其补偿和平衡处理；

（2）了解高光谱图像处理。

**重点**

彩色图像处理技术。

**（六）形态学图像处理(4学时)**

**主要内容**

讲授二值化图像与灰度图像的形态学运算方法，基于形态学运算方法的相关应用。

**基本要求**

（1）了解形态学运算；

（2）熟练掌握二值图像中的基本形态学运算；

（3）了解二值图像中的形态学应用；

（4）了解灰度图像中的基本形态学运算。

**重点**

开闭运算、腐蚀膨胀运算。

**（七）图像分割 (6学时)**

**主要内容**

讲授视觉认知模式，基于边缘的图像分割技术，基于区域的图像分割技术，图像分割评价。

**基本要求**

（1）了解人类视觉的认知模式（模板匹配、特征分析、结构描述等）；

（2）熟练掌握基于边界的基本图像分割技术（边缘检测、微分算子、哈夫变换、图搜索、动态规划等）；

（3）熟练掌握基于区域的基本图像分割技术（阈值分割、区域标记、区域生长、分裂合并等）；

（4）掌握基本的图像分割评价方法和测度等。

**重点**

边缘检测、微分算子、阈值分割、区域生长、评价测度等。

**（八）图像识别(6学时)**

**主要内容**

讲授图像目标特征的提取与表达，图像目标特征的描述，图像目标的分类和估计，图像识别的应用。

**基本要求**

（1）熟练掌握图像目标的边界特征的表达、测量及描述方法（链码、边界段、标记、形状树、矩、傅立叶描述符）；

（2）熟练掌握图像目标的区域特征的特征表达、测量及描述方法（空间占有数组、四叉树、骨架、拓扑描述符、形状描述符、纹理描述符、不变矩）；

（3）掌握特征提取和特征选择，掌握分类器的设计和训练，了解一些常用的统计分类方法（最大似然估计、Bayes估计、先验概率方法等），比例估计；

（4）了解一些新的图像分类识别方法（神经网络分类、马尔科夫随机场等）。

（5）了解一些图像识别的应用。

**重点**

边界特征及区域特征的表达、测量和描述方法，分类器。

附表：授课时间

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **周次** | **授课主题** | **备注** |
| 1 | 绪论、图像与视觉系统 | 2课时 |
| 1 | 图像分析基础和图像变换 | 2课时 |
| 2 | 图像分析基础和图像变换 | 2课时 |
| 2 | 图像分析基础和图像变换 | 2课时 |
| 3 | 图像增强和恢复 | 2课时 |
| 3 | 图像增强和恢复 | 2课时 |
| 4 | 图像增强和恢复 | 2课时 |
| 4 | 彩色和高光谱图像处理 | 2课时 |
| 5 | 形态学图像处理 | 2课时 |
| 5 | 形态学图像处理 | 2课时 |
| 6 | 图像分割 | 2课时 |
| 6 | 图像分割 | 2课时 |
| 7 | 图像分割 | 2课时 |
| 7 | 图像识别 | 2课时 |
| 8 | 图像识别 | 2课时 |
| 8 | 图像识别、复习、小结 | 2课时 |

**五、参考教材及相关资料**

Milan Sonka(美)等著，艾海舟等译. 图像处理分析与机器视觉（第二版）. 北京：人民邮电出版社. 2003.

R. C. Gonzales(美). 阮秋琦等译. 数字图像处理.北京：电子工业出版社，2004.

R. C. Gonzales(美). 阮秋琦等译. 数字图像处理（MATLAB版）. 北京：电子工业出版社，2004.

章毓晋著. 图像工程（上、下册）. 北京：清华大学出版社. 2006

**六、课程教学网站：无**

**84120030 光电应用实验**

**浙江大学《光电应用实验》课程实验教学大纲**

**课程中文简介**

光电应用实验是面向光电学院全体本科生开设的大型、独立、长学期实践类必修课程，2.5个学分，包含8个学时理论授课和64个实践学时。课程的目标是提高学生知识运用能力、实践动手能力，以及在实践中开拓思维、促进创新精神的培养，达到理论联系实际、学以致用的教育目标。

本课程主要内容包括基础型实验和系统设计型实验两大模块。基础模块包括：1）常见光源如气体激光、半导体激光、固体激光、发光二极管等的工作特性和近 /远场分布测量；2）基于光伏效应、光电导效应、光发射效应、面阵探测器等的光电探测器特性分析和测量；3）理解和掌握微型计算机的特点、基本原理、组成和结构，熟练掌握基本硬件接口和编程方法；系统设计模块则要求学生根据已有知识从零开始自行设计和构建光电系统，实现特定的功能。

**课程英文简介**

The main contents of “Applied OptoelectronicsLab”consists two types ofexperiments, i.e., basic experiments and project design. Basic experiments are verification of main theoretical knowledge of corresponding courses, includes common light sources such as He-Ne laser, semiconductor laser and solid laser and LED; the testing and analysis of optical detectors based on effects of photovoltaic effect, photoconduction effect, photoemissiveeffect  and array detectors. This course also encourage students to design and builta stand-alone optical system to realize specific function by taking advantage of these basic knowledge.

**课程名称：**光电应用实验

**英文名称：**Applied Optoelectronics Lab

**前置课程：**大学物理、应用光学

**实验课性质：独立设课**

**课程编号：**84120030

**开设实验项目数：8**

**一、学时、学分**

课程周学时：0.5实验周学时：4

课程总学时：72实验学时：64

课程总学分：2.5实验学分：2

**二、适用专业及年级**

面向光电信息技术和电子信息类专业大三同学

**三、实验教学目的与基本要求**

提高学生知识运用能力、实践动手能力，以及在实践中开拓思维、促进创新精神的培养，实现工科学生理论联系实际、学以致用的教育目标。通过系列实验训练，学生应能深入理解光源（包括气体激光器、半导体激光器和固体激光器）和光电探测系统组成器件的原理、特性、应用、选型和实际使用方法，学会光电信号的模拟和数字处理电路的设计思路和技巧，掌握光电信息检测的基本原理及光电测量系统的基本设计方法，以及通过计算机进行数据采集分析和控制的实现方法，并通过项目设计锻炼学生根据任务需求完成光电探测系统的设计、搭建和调试的能力。

参加课程实验的学生：撰写实验报告并在截止时间前将实验报告上传至课程网站。如果出现个人情况作业可能晚交，必须提前向老师说明。项目设计：须参加开题答辩、中期进展情况汇报和结题答辩，根据要求完成相应的PPT，每次占一定的分数；结题时提交项目设计文档。

**四、主要仪器设备**

光电应用实验实验箱、光电子学实验模块等

**五、实验课程内容和学时分配**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序**  **号** | **实验项目名称** | **实验内容** | **学时分配** | **实验属性** | **实验**  **类型** | **每组人数** | **实验要求** | **指导**  **教师** | **是否为探究性实验** |
| 实验1 | 实验1  光伏探测器与光电导探测器的应用电路及其特性测量 | 光电二极管测试  光电三极管测试  光照特性的测试  伏安特性的测试  测试结果通过A/D转换后由单片机显示  搭建测试系统用于LED光强分布测试 | 4 | 专业 | 验证性 | 3 | 必做 | 汪凯巍、赵文义 | 否 |
| 实验2 | 实验2  面阵CCD原理及驱动实验 | 面阵CCD的垂直与水平驱动脉冲的驱动波形、频率、周期、相位的测量方法；  面阵CCD行、场自扫描电视制式的测量；  视频输出信号的测量。 | 4 | 专业 | 验证性 | 3 | 必做 | 汪凯巍、赵文义 | 否 |
| 实验3 | 实验3  液晶显示 | 液晶的读写时序与指令  液晶的程序设计 | 4 | 专业 | 验证性 | 3 | 必做 | 王立强 | 否 |
| 实验4 | 实验4  转速测量与控制 | 使用光电对管实现点击转速的测量  使用单片机和液晶显示实时显示测量结果  使用PID控制调节点击转速 | 4 |  | 验证性 | 3 | 必做 | 王立强、袁波 | 否 |
| 实验5 | 实验5  He-Ne激光器谱线宽度及输出空间分布CCD测量 | 激光器谱线宽度  激光器输出空间分布CCD测量 | 4 | 专业 | 验证性 | 3 | 必做 | 吴波、袁波 | 否 |
| 实验6 | 实验6  半导体激光器的工作特性及光谱特性测量 | 半导体激光器安全操作  半导体激光器的工作特性测量  半导体激光器荧光谱及激光谱测量  半导体激光器慢轴方向的远场分布测量  半导体激光器远场分布曲线  半导体激光器慢轴方向的近场分布测量 | 4 | 专业 | 验证性 | 3 | 必做 | 吴波、袁波 | 否 |
| 实验7 | 实验7  固体激光器Nd:YAG激光器综合实验, 包括腔长调整、腔型变换、测光束质量、测腔长与功率关系、腔内倍频等实验 | Nd:YVO4激光器的搭建  腔内倍频，倍频条件和效率观测  腔长调整；腔型变换对功率影响  测量腔长与功率关系  光束质量测量  数据处理程序Origin 6.0的使用 | 8 | 专业 | 验证性 | 3 | 必做 | 吴波、闻春敖 | 否 |
| 实验8 | 设计实验 | （无固定题目，每学年新出题目） | 32 | 专业 | 设计研究性 | 3 | 必做 | 汪凯巍、袁波 | 是 |

**六、考核方式**

本实验课程独立设课，实验成绩即为最终成绩（总分）。有两部分组成：1）课程实验模块50分 2）项目设计模块50分。

1）课程实验模块共50分，具体组成为：

* + - 实验过程与完成情况： 60%

(部分分数由实验过程考查题给出)

* + - 实验报告： 20%

(包括一次完整版实验报告和其余的简化版实验报告)

* + - 期末随堂考： 20%

(实验相关理论和实验设计)

2）项目设计模块，占50分

各部分比例如下：

* + - 项目设计过程节点完成情况（开题和中期检查）： 15%
    - 项目设计完成情况（要考虑项目的难度因素）： 60%
    - 项目设计答辩、总结报告、项目介绍DV： 25%

**七、实验教材**

《光电应用实验》自编讲义

大纲主撰人：汪凯巍

大纲修订人：王晓萍

大纲审核人：郑臻荣

2018 年09 月27日

**84180020 电子系统设计**

**课程编号：**84180020

**课程名称：**电子系统设计 **英文名称：**Electric System Design

**课程学分：**2.0 **总学时：**32（实验学时64）

**面向对象：**本科二年级，光电信息工程专业或相关专业

**预修课程：**电路与电子，数字电路分析，或模拟和数字电子技术基础类课程

**一、课程介绍**

**1.1 中文简介（100-150字）**

电子系统设计是一门以电路为基础、以实践为重点的实习类课程。电路设计与调试是电类相关专业学生必须掌握的一项基本技能。电子系统设计涉及SCH原理图绘制、PCB设计、PCB制板、焊接、调试等多方面的锻炼。课程注重实际动手，辅助以少量理论学习，既考察和提高学生的个人动手能力又培养团队合作精神。

**1.2 英文简介**

Electric System Design is one internship course based on circuit and focused on practice. Circuit design and debugging is the basic skill which should be grasped by the electric related students. Electric System Design covers the exercises of SCH design, PCB design, PCB make, welding and debugging. The course emphasizes practice and supplements a few theoretical studying, and checking students’ individual practical ability as well as training team spirit.

**二、实习目的和要求**

**2.1实习目的**

培养和提高学生在电子线路设计、电子线路焊接调试、微机系统应用程序设计等方面的动手能力。

**2.2实习要求**

通过一个电子系统项目，包括微机系统电路原理及PCB设计、焊接、硬件调试，以及软件系统程序设计、调试等训练，学生能够达到下列要求：

（1）能够根据已学的模电、数电和微控制器等课程知识，设计一个具有一定功能的实际微机系统电路；

（2）掌握专业电路软件（Altium Designer， AD）的基本操作，能够设计和绘制电路原理图和PCB图，掌握电子线路的焊接技能；

（3）熟练掌握微机系统的软硬件设计和调试技能，具备微机系统设计开发的能力；

（4）掌握微机系统应用程序设计的基本方法，熟练运用相应编程软件（如Keil C），根据微机系统要求，设计相关功能模块程序和系统程序，实现系统功能；

此外，在实习过程中，培养学生求真、求实的良好品德，培养学生个人钻研及团队合作精神，培养学生的动手能力、分析能力、表达能力。

**三、实习内容**

实习包括两个阶段：第一阶段为短期理论授课（1天时间），主要涉及电路焊接工艺、所需软件的基本操作（Altium Designer、Keil C、STC-ISP）、套件电路原理等；第二阶段为实践环节，提供一个具有微机模块的电子系统套件，在此基础上依次完成如下实习内容：

（1）**PCB设计：**利用AD完成从原理图到PCB图的设计。

（2）**电路焊接调试：**对电子套件进行焊接、组装，对焊接情况进行检查、调试、测试，确保硬件连接上没有问题。

（3）**微机系统程序设计：**利用Keil C等编程软件编写调试程序，以实现指定的系统功能，实际中会要求依次实现3个难度递增的功能。

**四、实习时间**

实习安排在每年夏学期结束后第十二天左右开始进行，总共实习时间为11天，其中实习的第6天休息。

**五、实习方式和安排**

**5.1实习方式**

（1）学生以组为单位进行实习，2人一组，每组从当年提供的备选电子套件中选择一个完成。

（2）实习形式包括理论课、计算机电路设计（PCB设计）、微机编程（Keil C）、动手实践（电路焊接调试）、答辩等。

（3）实习流程按照“理论课→ PCB设计→电路焊接调试→微机编程调试”进行，每个阶段会给予学生较宽松的时间去更好地完成，但是必须按时提交必要的考核结果。

（4）要求尽量在实习场所完成实习内容，特别是电路焊接等危险性较高的操作严禁在宿舍进行，实习场所在实习期间每天8:00-17:00开放。

**5.2实习安排**

实习具体安排如下表，●表示学生实习过程，⯎表示需提交文档，✓表示中间检查环节：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **时间** | **上午** | **下午** |
| 第1天 | * 实习介绍，组队选题，AD操作简介 * AD原理图设计及PCB布线 | * AD原理图设计及PCB布线 * *提交原理图设计及PCB布线结果* |
| 第2天 | * *检查原理图设计及PCB布线* * 讲解电路各模块设计思路和方法 | * 发放套件，电路焊接 |
| 第3天 | * 电路焊接 | * 电路焊接 |
| 第4天 | * 电路焊接 * *检查电路焊接情况* | * 讲解软硬件调试方法 * 软硬件调试 |
| 第5天 | * 软硬件调试 | * 软硬件调试 |
| 第6天 | 休息 | 休息 |
| 第7天 | * 软硬件调试 | * *检查已实现功能或项目进展* * *提交项目的当前微机程序* |
| 第8天 | * 软硬件调试 | * 软硬件调试 |
| 第9天 | * 软硬件调试 | * 软硬件调试 |
| 第10天 | * 软硬件调试 | * 软硬件调试 * 准备答辩PPT |
| 第11天 | * 实习答辩（按项目分组） | * 撰写实习总结报告 * 录制项目系统运行录像 * *提交总结报告、录像及最终程序* |

**六、考核内容和方式**

以小组为单位进行考核，分数给到小组，由小组决定分数分配；学生互评以组为单位给出一个评定结果。

小组实习成绩总分200分，由原理图设计及PCB布线、电路焊接、中期检查、答辩和总结报告共5个部分组成，所占分数为20、20、20、120、20。每个部分的具体要求如下：

1）原理图设计及PCB布线（总分20分）

* 每组检查另外一组同学的AD电路原理图及PCB图，当场提交检查报告（列出存在的错误和不足）（8分）
* 老师对提交的原理图和PCB图进行检查统一评分（12分）

2）电路焊接（总分20分）

* 电路功能实现（12分），提供项目相关的基础微机程序进行测试
* 电路焊接质量（8分）
* 会酌情考虑检查顺序进行加分奖励和扣分惩罚

3）中期检查（总分20分）

* 在实习期过一半时，检查已实现的项目功能
* 指定功能仅看有无，开放型设计功能根据实现程度进行排序

4）答辩（总分120分）

* 相同项目小组成一个大组答辩
* 制作PPT，阐述系统设计过程，分享心得体会，当场演示项目系统，教师同学提问
* 教师评价，学生互评（每个小组选1名同学），对小组进行排序
* 按排序名次给分（四舍五入）：S = 120-48\*(x-1)/(X-1)，其中S为得分，X为该项目总组数，x为排名

5）实习报告（总分20分）

* 在规定时间内提交实习报告，逾期提交在实得分基础上减5分
* 规定需上交的实习文档，缺少一个扣1分。

**七、其它**

本实习的课程网站为<http://opt.zju.edu.cn/dzxlsj/>。

本实习的参考书目如下：

[1] 孟飞，黄志刚. Altium Designer 14电路设计与仿真. 北京：机械工业出版社. 2015.

[2] 王晓萍. 微机原理与接口技术. 杭州：浙江大学出版社. 2015.

[3] 王晓萍. 微机原理与系统设计 - 实验教程. 杭州：浙江大学出版社. 2012.

**66188090光机结构设计**

**课程代码：**66188090**课程名称：**光机结构设计

**课程英文名称：**Opto-Mechanical Structure Design

**学分：**2  **周学时：**+2

**面向对象：**本科生 **预修课程要求：**工程图学或画法几何

**一、课程介绍（100-150字）**

**（一）中文简介**

本课程是一门实践性的专业基础课。课程采用案例教学法，以常用光学产品、光学部件为设计案例，利用SolidWorks等CAD设计工具，学习设计基本光机结构。主要教学目标是使学生学习掌握开发、设计实际光学机构所需要的基本知识、基本技能和系统的设计方法。

**（二）英文简介**

This is a practice-oriented introduction course. The basic principles of optomechanical are taught by case studies i.e. designing some real optomechanical parts and systems for optics using SolidWorks tool. The goals of this class are to provide students with working knowledge of the fundamentals and basic skills for developing practical optical engineering solutions.

**二、实习目的和要求**

采用案例教学法，以常用光学产品、光学部件为设计案例，利用SolidWorks等CAD设计工具，学习设计基本光机结构。主要实习目的是使学生学习掌握开发、设计实际光学机构所需要的基本知识、基本技能和系统的设计方法。

光学和机构设计是不可分割的整体。光学系统能正常工作离不开合理的支撑、固定和调整机构。实习中将学习如何设计合理的光学机构，包括光学机构的基本设计流程，设计过程中需要如何考虑温度、气压、重量、体积、冲击、气候、成本因素的影响，如何进行合理的公差分配等。了解常用光学机械材料的基本特性和加工方法。掌握用Solidworks进行简单的光机部件及系统设计，绘制规范的零件图、装配图及其他工程文件。

**三、实习内容**

1）了解光学机构设计的正确流程，利用所学流程完成一个光学夹具的设计。

2）了解常见机械材料特性，能够根据所提约束条件选择合适的机械材料。

3）了解常见机械加工方法，能够为所设计的零件选择合适的加工工艺。

4）能够利用Solidworks等CAD工具，完成基本的光机系统设计。

5）能够利用Solidworks等CAD工具，完成光机零件的重量、体积等计算；能够进行材料应力、剪切力、形变等的仿真分析。

6）能够为设计方案给出比较规范的工程设计文件。

**四、实习时间**

大二年级暑假短学期，供十一天（含周末一天休息）。

**五、实习内容及安排**

**第一天上午：光机结构设计要素与Solidworks介绍**

**主要内容**：

1. 绪论,课程安排及考核方式，介绍项目设计的基本形式。
2. 光机设计的重要性,光机结构设计需要考虑的因素：光学系统的要求，对公差、配合的要求，材料的要求，热、力学性能的要求，振动等动态要求，环境要求等等。
3. 学习Solidworks软件的基本设置，Solidworks建模的基本思想。

**参考材料**：《光机系统设计》第一章，1.1-1.3节

**上机实习**：绘制透镜及光学平台安装底座。

**第一天下午：光机设计过程概述与Solidworks基本建模方法**

**主要内容**：

1. 结合第一次课的设计案例，讲解《光机系统设计》第1.1-1.4节；
2. 光机设计过程概述：技术性能要求和设计约束，概念设计，初步设计；
3. Solidworks草图与特征；学习绘制草图、拉伸等建模手段。

**参考材料**：《光机系统设计》第一章，1.1-1.4节

**上机作业**：椭圆反射镜支架设计；CS与C镜头接口的接圈设计。

**第二天：光机设计中的影响因素**

**主要内容**：

1. 误差预测和公差；
2. 温度、压力的影响；
3. 静态压力和变形；
4. Solidworks中的块、库特征及方程式；
5. **交流讨论**：请往届优秀作品的作者介绍经验。

**参考材料**：《光机系统设计》第二、三章，1.6-2.3节

**上机实习**：用Solidworks设计一个透镜固定机构。

**第三天：基本机械材料特性**

**主要内容**：

1. 基本机械材料特性；
2. 铝，铜合金，碳钢、不锈钢、钛钢金属材料；
3. Solidworks中材料特性设定；
4. Solidworks中零件重量估算；
5. **交流讨论**：请往届优秀作品的作者介绍经验。

**参考材料**：《光机系统设计》第三章，3.4节

**作业**：抛物面反光镜设计；角度测量装置建模。

**第四天上午：粘合剂与密封剂**

**主要内容**：

1. 粘合剂，失液胶、热塑胶、热凝胶、光凝胶；
2. 密封剂；
3. 光机器件的连接；
4. Solidworks装配体与建模技巧；
5. **交流讨论**：作业讲评。

**课堂测验**

**参考材料**：《光机系统设计》第三章，3.5-3.6节

**作业：**茶壶设计；完成项目设计分组。

**第四天下午：光机材料的表面处理**

**主要内容**：

1. 光机材料的专用涂层；保护膜，油漆、电镀和阳极镀；
2. 光学发黑处理；改进表面平滑度的镀膜，镀镍、镀铝；
3. 常用表面处理方法；
4. Solidworks异型孔向导、配置（结合具体光机器件），故障修复；

**参考材料**：《光机系统设计》第三章，3.7节

**作业：**异型孔、配置、故障修复练习，压圈设计

**第五天：机械零件加工方法**

**上午主要内容**：

1. 机械零件加工，锻造、铸造、压延法；
2. 超精密加工；3D打印；
3. Solidworks约束：几何关系约束与参数关系约束；
4. **交流讨论：**作业讲评。

**参考材料**：《光机系统设计》第三章，3.8节

**作业**：Solidworks方程式约束练习，准备翻转课堂PPT。

**下午主要内容**：

1. 常见光机器件介绍及举例；
2. 光学瞄准镜的基本结构与拆解方法；

**参考材料**：《光机系统设计》第三章，3.8节

**设计实习**：瞄准镜的改进设计

**第六天：光机结构设计的出图**

**上午主要内容**：

1. Solidworks的工程图基础，工程图模板设计。
2. Solidworks技术要求、表面处理的标注；

**制图练习**：绘制并保存符合国标与光学制图要求的工程图模板。

**下午主要内容**：

1. 光学制图的技术要求及标注方法；
2. 零件图和装配图的技术要求及标注方法；
3. Solidworks爆炸视图

**设计实习**：瞄准镜的工程图纸及爆炸视图。

**第七天上午：注塑加工**

**主要内容**：

1. 光学塑料及其主要应用
2. 注塑加工及其设计要点
3. 网络摄像头外壳结构建模设计；
4. Solidworks动画与渲染操作；
5. **交流讨论：**作业讲评。

**实习练习**：瞄准镜物镜或目镜部分动画制作。

**第七天下午：微小零件的使用**

**主要内容**：

1. 微小光电器件—以SLD为例；
2. 自顶向下设计；
3. Solidworks装配体与爆炸图。

**设计练习**：SLD建模作业

**第八天上午：钣金加工**

**主要内容**：

1. 钣金简介
2. 钣金加工工艺与流程；
3. Solidworks钣金建模技术。

**实习**：仪器箱体的钣金件设计

**第八天下午：应力分析**

**主要内容**：

1. 利用Solidworks估算零件的重量、体积等；
2. 利用Solidworks进行应力分析等仿真分析；

**实习**：压圈的应力分析与计算。

**第九天：系统设计与自主项目设计的具体要求**

**主要内容：**

1. 总体设计流程；
2. 常见技术要求和设计约束；
3. 自主项目设计具体要求。

**实习内容测试**

**第十天：自主项目设计及成果展示**

附：时间表（按2周11天计）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **次序** | **实习主题** | **课时** |
| 1 | **光机结构设计要素与Solidworks介绍（讲授与上机）**  项目设计形式介绍 | 3.5 |
| 2 | **光机设计过程概述与Solidworks基本建模方法（讲授与上机）** | 3.5 |
| 3 | **光机设计中的影响因素（讲授与上机，讨论）** | 7 |
| 4 | **基本机械材料特性（讲授与上机，讨论）** | 7 |
| 5 | **粘合剂与密封剂；（讲授与上机，讨论，课堂测验）**  完成项目设计分组并上交任务书 | 3.5 |
| 6 | **光机材料的表面处理（讲授与上机）** | 3.5 |
| 7 | **机械零件加工方法（讲授与上机，讨论，实物拆解）**  瞄准镜的基本结构和拆解方法 | 7 |
| 8 | **光机结构设计的出图（讲授与上机，出图）** | 3.5 |
| 9 | **注塑加工（讲授与上机，讨论）** | 3.5 |
| 10 | **微小零件的使用（讲授与上机）** | 3.5 |
| 11 | **钣金加工（讲授与上机）** | 3.5 |
| 12 | **应力分析（讲授与上机）** | 3.5 |
| 13 | **系统设计与自主项目设计的具体要求（讲授，课堂测试）** | 3.5 |
| 14 | **自主项目设计及成果展示（自主设计，答疑，讨论）** | 14 |

**六、考核内容及方式**

实习小设计占30%，实习内容测验占30%，期末项目设计占40%。

**七、参考教材及相关资料**

1、Yoder,P.R，《光机系统设计》，机械工业出版社，2008。

2、陈超祥、胡其登，《Solidworks零件与装配体教程》，DS SolidWorks公司，机械工业出版社，2014。

3、凯斯.B.道尔等，《光机集成分析》，国防工业出版社，2015。

4、崔建英，《光学机械基础》，清华大学出版社，2014。

**八、实习教学网站**

**将通过校内网络即光电学院专业网络课程平台提供必要的课件和文字材料链接。**

课程网站为<http://opt.zju.edu.cn/eclass/gjjg/>，它是实习的一个非常重要的辅助工具，也是与学生进行交流和沟通的便捷方式。课程网站提供课程简介、教学大纲、在线课件及参考资料等，并可发布通知，进行作业管理，并将每一级学生的优秀设计的PPT及相关动画上传至网站，供学生学习参考。

**84180030 光学系统设计**

**课程编号：**84180030

**课程名称：**光学系统设计 **英文名称：**Practice of Optical Design

**课程学分：**2 (+2) **总学时：**64

**面向对象：**本科二年级末三年级初暑期短学期，光电信息工程专业或相关专业

**预修课程：**应用光学，C程序设计或其他高级语言程序设计课程，工程制图

**一、课程介绍**

**1.1 中文简介（100-150字）**

本课程的内容包括光学系统光路计算基本原理与软件设计、典型光学系统结构设计与像差平衡两大实践内容，要求学生利用高级程序设计语言编写一个包括近轴光线追迹、子午面内实际光线追迹和沿主光线的细光束像点计算的程序，并利用Zemax软件设计一个典型光学系统，达到设计指标要求，给出设计结果、完成光学系统图、光学零件图和设计计算说明书。

**1.2 英文简介**

The content of this course covers the fundamental theories of ray trace in optical systems and software development, the classic optical system structure and aberration balance. The practices consists follows: developing a program including paraxial ray trace, real tangential ray trace and thin beam image calculation along chief ray using programming language, designing a classic optical system satisfying given image quality using the optimization design software Zemax, writing final design report including design results and the drawings of the optical system and the elements in it.

1. **实习目的和要求**

掌握光学系统的总体设计与外形尺寸计算，了解光线追迹的基本算法和利用软件优化设计光学系统的方法。要求学生学会编写简单的光学系统计算程序，了解光学系统自动设计的基本原理和常用光学设计软件，并具备初步的计算机辅助光学系统设计的能力。

1. **实习内容**

本实习的内容包括光学系统光路计算基本原理与软件设计、典型光学系统结构设计与像差平衡两大实践内容，要求学生利用高级程序设计语言编写一个包括近轴光线追迹、子午面内实际光线追迹和沿主光线的细光束像点计算的程序，并利用Zemax软件设计一个典型光学系统，达到设计指标要求，给出设计结果、完成光学系统图、光学零件图和设计计算说明书。

实习内容详见下表，具体所计算的光路和设计的光学系统参数要求每年以当年的任务书为准。每年所设计的光学系统的焦距、孔径和视场都不全相同。

|  |  |
| --- | --- |
| **实习内容分项**  **名称** | **具体要求** |
| 光线的光路计算 | 要求能计算孔径光阑在最前面的或者已知入瞳位置大小的共轴球面系统的；轴上点全孔径、0.707孔径的球差、位置色差；全视场、0.707视场的±全孔径、±0.707孔径、0孔径（主光线）各条光线，求d、F、C光的实际像高，d光的彗差和畸变，倍率色差。此项工作，要求先用软件求出所需计算的入射光线的初始坐标（L，U），然后进行光线追迹，分别得到出射光线的坐标（L’，U’），再自动处理计算上述诸像差值。本软件要求具有文件存取功能，便于用户使用。要求用自编程序计算教材双胶合透镜例题的像差，以Zemax软件核对之。 |
| 成像光学系统设计 | 针对给定焦距、相对孔径、视场和成像波段的成像光学系统，选定不超过规定片数的初始结构，用Zemax软件进行优化设计，达到设计指标要求，包括焦距及其误差范围、F数及其误差范围、对拦光的要求、工作距离要求、成像物距要求、成像质量如规定空间频率处的MTF要求、点列图要求、畸变要求等，具体要求根据所设计的系统在当年的任务书中详细列出。 |
| 绘制光学图纸 | 导出光学系统图，尺寸和公差标注，写技术要求；导出胶合件图，尺寸和公差标注，写技术要求；  导出光学零件图，尺寸和公差标注，写技术要求。  以上图纸中，面形及误差、间隔及公差、外径及公差、倒角、剖面线、中心线、表面质量等各项以及技术要求要标注齐全。 |
| 完成全部设计资料和答辩 | (1)自编程序流程图；程序使用说明书；程序计算结果；  (2)设计计算说明书（讨论课题组各成员所提出的结构方案并比较各自的像差特点，要求注明各个方案的提出人，再选择其一作为最终设计方案并注明提出人，给出设计结果与像差数据，三色球差曲线与轴外像差曲线，三个视场点列图，三个摄影距离时的混合色光MTF曲线图，系统的二维轮廓图，光学系统图、光学零件图）；  (3)设计总结（包括对系统像差校正的评价、设计体会）；  (4)参考文献。  以上为每课题组一份.doc文件，文件名：“组号设计报告.doc”。  (5)自编程序源代码与可执行代码；  (6)设计结果附件（最终结果的.zmx文件、所有图纸的.dwg文件）；  (7)按平均分为80分给出小组成员的分数和每人的联系方式(“Score.txt”文件)。  所有文件放在以组号为名字的文件夹中，其中第(5)项在其中单列子目录。 |

注：理论学习共1天不包括在以上表格内，中间根据学生要求可加1～2学时指导课程。

1. **实习时间**

本科二年级末暑期短学期，并且要求修完预修课程之后。

1. **实习方式和安排**

学生在进入课程设计之前应当仔细研读、理解课程设计任务书，复习几何光学和像差的基本理论，复习高级语言模块化程序设计过程，复习工程制图的基本规范。实践开始先学习光学系统光路计算和优化设计的原理和方法，以及光学设计软件使用方法，一般每3人一组组成课题组进行编程和设计实践。

整个课程为短学期两周共10个工作日，开始时有两个半天8学时理论授课（任务书解读、光线的光路计算、光学系统优化设计和Zemax使用方法等内容），其余时间上机完成实践，最后半天答辩。教师和助教轮流在机房现场实时指导实践，学生3人一组，最少2人，最多4人，随机组合，以组为单位完成实践。2人组的设计指标不变，4人组的设计指标提高。设计任务内容和设计指标具体以当年任务书为准。

整个课程设计根据进度设置4个时间节点检验完成情况，具体过程如下表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **日期** | **上午** | **下午** |
| 第1天 | 布置任务，上光路计算与程序设计课 | 上光学系统优化设计课 |
| 第2天 | 组队，填写任务书，开始编程 | 上机，上传任务书 |
| 第3天 | 上机 | 上机 |
| 第4天 | 上机 | 上机，检查程序设计与计算结果 |
| 第5天 | 上机 | 上机 |
| 第6天 | 休息 | 休息 |
| 第7天 | 上机，检查光学设计结果 | 上机 |
| 第8天 | 上机 | 上机，检查光学图纸 |
| 第9天 | 上机 | 上机，写设计报告 |
| 第10天 | 在机房检查全部设计资料 | 修改资料，准备ppt，提交资料 |
| 第11天 | 答辩，各组自行录像 | 完成最终资料上传 |

**注：每个暑期因放假时间不同，机房安排不同，有时有全国性考试需要调整上机时间。以上日期安排为一般安排，具体每学年的时间安排可在总时间不变的前提下进行微调。**

1. **考核内容和方式**

课程考核包括签到和完成情况。完成情况包括平行阶段性成果和最终答辩。

每个学生都必须参加一个课题组并在其中完成实践，其中光学设计部分每个学生都必须选择一个初始结构并完成一个达标的设计结果。其余部分课题组分工合作完成。

成绩评定办法应反映本课程的研究性、实践性、综合性、团队合作性与个人能动性相结合的特征，充分体现学生的学习主体地位，依靠自我评价完成成绩评定，并应符合《浙江大学本科课程成绩评定与管理办法》(浙大发本〔2015〕22号)、《浙江大学本科学生实习教学工作条例》(浙大教发[2004]34号)。具体考核内容和方式如下：

课程总成绩中，签到占7.5%，完成情况占92.5%。后者根据答辩情况决定小组成绩，如果平时阶段性成果没有按时完成，每延迟半天在小组成绩中扣除2分。答辩时根据选课人数和组数分成4～5间教室，答辩时各小组先抽签决定教室，每组答辩时其他各组都要给出评分，评分要分项，其中程序25%，设计40%，图纸质量20%，报告15%。去掉最高最低分得到各组名次，在答辩当晚由组长提交终稿，提交的内容包括：

(1)自编程序流程图；程序使用说明书；程序计算结果；

(2)设计计算说明书（讨论课题组各成员所提出的结构方案并比较各自的像差特点，要求注明各个方案的提出人，再选择其一作为最终设计方案并注明提出人，给出设计结果与像差数据，三色球差曲线与轴外像差曲线，三个视场点列图，三个摄影距离时的混合色光MTF曲线图，系统的二维轮廓图，光学系统图、光学零件图）；

(3)设计总结（包括对系统像差校正的评价、设计体会）；

(4)参考文献。

以上为每课题组一份.doc文件，文件名：“组号设计报告.doc”。

(5)自编程序源代码与可执行代码；

(6)设计结果附件（每人结果和最终结果的.zmx文件、最终结果图纸的.dwg文件）；

(7)按平均分为80分给出小组成员的分数和每人的联系方式(“Score.txt”文件)。

所有文件放在以组号为名字的文件夹中，其中第(5)项在其中单列子目录。

教师再根据提交的实习报告给出小组评分，根据阶段检查的情况进行扣分操作，再根据组长提交的成绩分配比例把小组成绩分配到组员。

教师可根据答辩情况和报告情况，并经课程组会议讨论通过，可以给出报告的教师评分，在完成情况的92.5%中占有少量教师评分比例。具体是否占比、占比多少由每学年课题组会议决定。

1. **推荐教材或参考书、课程网站**
2. 《几何光学.像差.光学设计》，李晓彤、岑兆丰编著，浙江大学出版社；
3. Zemax软件使用说明书ZemaxManual.pdf
4. 光学镜头专利
5. 课程网站：<http://opt.zju.edu.cn/eclass>（专业课程网络平台，全部课程都写为平台的网址）
6. 《光学系统课程设计任务书》电子文档，每次开课时学生自行下载
7. Zemax使用指导课件和演示软件
8. 《C程序设计》或其他软件设计方面的参考资料