

大学物理自学丛书

郭士堃主编

光 学

郭永康

杨慕贤

编著

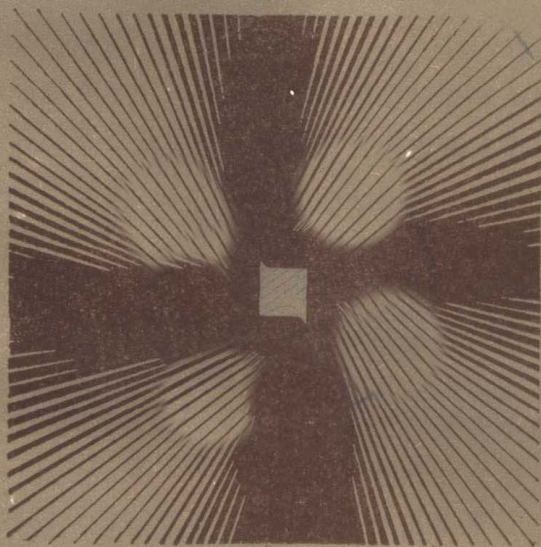
$$= c \int \frac{K(\theta)}{r} \cos(kr - \omega t) ds$$



四川教育出版社

大学物理自学丛书

光 学



四川教育出版社

一九八七年·成都

责任编辑：韩承训 陈卫平

封面设计：何一兵

版面设计：王 凌

光 学

郭永康 杨慕贤 编著

四川教育出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

四川新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张17.375 插页4字数365千

1987年8月第一版

1987年8月第一次印刷

印数：1—1,350册

ISBN7—5408—0147—6/G·146

书号：7344·743

定价：3.45 元

致读者

光现象是自然界的一种基本现象，它和人们的生活和生产活动息息相关。因此，光学和力学一样是物理学中发展最早的一部分。1960年第一台红宝石激光器问世，对光学产生了深刻的影响，从而又使光学成为物理学中发展最迅速、最活跃的一部分。光学研究的内容是：光的本性，光的发射、传播、接收，光和物质相互作用的规律及其应用。

作为一门基础课，用一种观点讲述全部光学问题是困难的，也是不必要的。为此，我们采用了对不同的光学现象从不同的观点出发去研究的方法。这样，就可把光学分为几何光学、波动光学和量子光学三部分。后二者又常合称为物理光学。

为了使读者通过自学本书，达到本课程的基本要求，在编写本书时我们作了如下考虑：

1. 几何光学（包括光度学）有很重要的实际意义，在物理光学中也要用到它的一些概念和规律。但是一般教材中这部分内容所占篇幅较多，本书则从实际应用需要的角度出发，选编了其基本的和主要的内容。例如讨论共轴球面系统

的成像问题时，我们只介绍了逐次成像法，而未引入基点法。

2.波动光学是整个光学的主体，它在本书中约占 $2/3$ 的篇幅。用矢量图解法处理光波的叠加，具有简明直观、物理图象清晰等优点。因此本书主要采用这种方法。然而用复振幅法处理光波的叠加却能使运算简化，在许多光学教材和文献中已广泛使用。为了扩大读者的知识面，本书对复振幅法也作了介绍，有关公式的推导则放在附录中，供读者参考。

3.光的色散、吸收和散射没有单独成一章，有关概念已分散到相应各处。

4.从本世纪40年代以来，光学在理论方法上和实际应用上都有许多重大的突破和进展，发展成了现代光学。但是，现代光学中的许多重要概念是植根于经典光学的。因此，我们在讲述基本内容时，联系到现代光学的概念作了适当的引伸，例如光波场的时间和空间相干性、全息照相等。考虑到自学者的特点，现代光学的内容未过多涉及。

6.本书选编了大量例题、思考题和习题，并附有简明的解答。其中有的题目选自四川大学物理系本科学生的考试题。为了适应不同读者的需要，我们还选编了少量综合性强、难度较大的题目。读者在完成一般性练习题后，可酌情选作。

本书是在主编郭士堃教授指导下完成的。郭履容教授仔细审阅并修改了全部书稿，提出了许多宝贵的意见。本书的第一、二、三章由郭永康编写，第四、五章由杨慕贤编写。黄河明等同志为本书绘制了插图，戴朝明同志制作了全部照

片，编者谨对他们深致谢忱。由于编者水平有限，错误和疏漏之处在所难免，恳请读者不吝指正。

编 者

1986年9月

序 言

《大学物理自学丛书》是根据全国自学考试普通物理教学大纲编写的，可作为参加高等教育普通物理自学考试的广大青年的学习参考书。它有无师自通的特点。有的分册曾作为川大的夜大学讲义使用过。

本丛书共八册，依次为：《力学》、《热学与分子物理（包括题解）》、《电磁学》、《光学（包括题解）》、《原子物理（包括题解）》、《微积分基础（包括习题及答案）》、《力学题解》、《电磁学题解》。凡具备高中文化程度的青年，只要认真阅读本丛书，并完成一定数量的作业，就能达到理科物理专业对普通物理的基本要求，获得通过普通物理单科考试的能力。

担任编写工作的同志，都是在川大主讲有关课程多年，富有教学经验的教师。

本丛书有以下几个特点：

第一，内容简练。本丛书突出基本概念、基本理论、基本技能，以学以致用为原则，其行文简明准确，深入浅出，从中学物理起步，将大学普通物理的主要部分讲得详细透

彻，并注意介绍最新成就，凡属可讲可不讲的内容，一般不选入。

第二，自带工具。物理分册的思考题、习题都有解答，所需要的数学知识，都在《微积分基础》一书中讲到，读者无需它求。《微积分基础》例题多、实用性强，可收事半功倍的效果。因其是按数学系统编写的，先后次序不可能与物理的需要一致，故读者应根据各人的具体情况进行阅读。

第三，例题精解。为了培养读者的解题能力，本丛书所选例题较多，对求解某些典型问题的方法和步骤，作了原则性的概括，以便使读者有法可循。

第四，便于自学。本丛书全部采用国际单位制（SI制）每分册中附有常用单位的国际符号与中文符号对照表，以便检索。在结构上，每章均按前言、正文、小结、思考题安排。前言中扼要指出学习该章的目的和要求，便于自学后进行总结和检查。

尽管编写小组的同志在主观上作了很大努力，但限于业务水平和时间关系，缺点和错误在所难免，恳切欢迎读者批评指正，以便得到改进。

郭士 植

一九八五年于四川大学

大学物理自学丛书

力 学

热学与分子物理

电磁学

光 学

原子物理I

微积分基础

力学题解

电磁学题解

目 录

第一章 几何光学	(1)
§ 1·1 光源 光线 波面.....	(2)
1.光源 2.光线和光束 3.光波波面	
§ 1·2 几何光学的基本定律.....	(4)
1.光的直线传播定律 2.光的独立传播定律 3.光的反射定律	
4.光的折射定律	
§ 1·3 折射率.....	(7)
1.相对折射率 2.绝对折射率与相对折射率的关系 3.折射率	
与长波的关系 4.光的可逆性原理	
§ 1·4 费马原理.....	(12)
1.光程 2.费马原理的表述 3.费马原理的应用	
§ 1·5 成像.....	(18)
1.同心光束和像散光束 2.物和像 3.物像之间的等光	
程性	
§ 1·6 光在平面上的反射和折射.....	(20)

1.光在平面上的反射 2.光在平面上的折射 3.全反射	
§ 1·7 棱镜	(28)
1.折射棱镜 2.反射棱镜	
§ 1·8 光在单球面上的折射	(34)
1.符号规则 2.物像距公式 3.傍轴小平面对称物体的成像放大率 4.作图法	
§ 1·9 反射镜	(47)
1.球面反射镜 2.非球面反射镜	
§ 1·10 共轴球面系统的逐次成像法	(52)
§ 1·11 薄透镜	(56)
1.物像距公式 2.焦点 焦距 光焦度 高斯公式与牛顿公式 3.放大率	
§ 1·12 薄透镜的组合	(65)
§ 1·13 光阑	(70)
1.孔径光阑和视场光阑 2.孔径光阑的确定方法 入瞳和出瞳 3.光阑与景深	
§ 1·14 透镜的像差	(77)
1.球差 2.彗差 3.像散 4.像场弯曲 5.畸变 6.色差	
§ 1·15 人眼	(84)
1.人眼的构造 2.简化眼模型	
§ 1·16 助视光学仪器	(87)
1.视角及视角放大率 2.放大镜 3.显微镜 4.望远镜 5.目镜	
§ 1·17 光度学的基本概念	(97)
1.辐射通量 视见函数 光通量 2.发光强度 3.光亮	

度 4. 光 照 度	
小 结	(110)
思考题	(115)
第二章 光的干涉	(117)
§ 2·1 光波	(118)
1. 光是电磁波 2. 波函数及其参量 3. 光强	
* § 2·2 波函数的复数表示 复振幅	(125)
§ 2·3 光波的叠加和干涉	(129)
1. 波的叠加原理 2. 光的干涉现象与相干条件 3. 产生相干光波的方法	
§ 2·4 杨氏实验	(137)
1. 干涉装置的分析 2. 干涉光强分布 3. 干涉条纹的可见度	
§ 2·5 其它几种两光束分波前干涉装置	(146)
1. 菲涅耳双面镜 2. 菲涅耳双棱镜 3. 比累对切透镜	
4. 洛埃镜 5. 纳耳孙实验	
§ 2·6 光源宽度对干涉条纹可见度的影响	
光场的空间相干性	(153)
1. 光源移动对干涉条纹的影响 2. 光源宽度对干涉条纹可见度的影响 3. 光场的空间相干性	
§ 2·7 光的非单色性对干涉条纹可见度的影响	
光场的时间相干性	(160)
1. 相干时间与相干长度 2. 相干长度与谱线宽度的关系 3. 光的非单色性对干涉条纹可见度的影响 4. 光场的时间相干性	
§ 2·8 薄膜干涉: (一) 等倾干涉	(165)
1. 概述 2. 光程差公式 3. 观察等倾干涉的装置和光路 4. 等倾	

干涉圖條紋的性質 5. 透射光的干涉條紋

§ 2·9 薄膜干涉, (二) 等厚干涉…………… (178)

1. 什么叫等厚干涉 2. 觀察等厚干涉的實驗裝置 3. 尖劈形
薄膜 4. 牛頓環 *5. 干涉條紋的定域 6. 等厚干涉的應用

§ 2·10 邁克耳孫干涉儀…………… (191)

1. 結構 2. 干涉圖樣 3. 應用

§ 2·11 多光束干涉…………… (197)

1. 多光束干涉光強分布公式 2. 干涉條紋的特點 3. 干涉
條紋的半寬度和精細度

§ 2·12 法布里-珀羅干涉儀…………… (204)

附錄2-1 多光束干涉光強分布公式的推導 …… (208)

小結…………… (210)

思考題…………… (214)

第三章 光的衍射…………… (216)

§ 3·1 光的衍射現象…………… (217)

1. 什麼是光的衍射 2. 菲涅耳衍射和夫琅和費衍射

§ 3·2 惠更斯-菲涅耳原理…………… (221)

1. 惠更斯原理及其困難 2. 惠更斯-菲涅耳原理

§ 3·3 菲涅耳半波帶法和振幅矢量圖解法…………… (225)

1. 菲涅耳半波帶法 2. 振幅矢量圖解法

§ 3·4 菲涅耳衍射…………… (233)

1. 小圓孔 2. 小圓屏

§ 3·5 波帶片…………… (239)

1. 波帶片的制作原理 2. 波帶片的焦點 3. 波帶片對軸
上物點成像的規律

§ 3·6 夫琅和費衍射: (一) 單狹縫…………… (244)

1. 观察单狭缝夫琅和费衍射的实验装置	2. 单狭缝夫琅和费衍射 光强分布公式	3. 光强分布公式的讨论
§ 3·7 夫琅和费衍射: (二) 小圆孔及多边形孔 (252)		
1. 小圆孔 2. 多边形孔		
§ 3·8 成像仪器的像分辨本领..... (256)		
1. 分辨本领的概念 瑞利判据 2. 望远镜的分辨本领		
3. 显微镜的分辨本领		
§ 3·9 多缝的夫琅和费衍射..... (263)		
1. 光强分布公式 2. 光强分布公式的讨论		
§ 3·10 衍射光栅..... (271)		
1. 光栅的分光原理 2. 光栅的色散本领和色分辨本领		
§ 3·11 X射线的衍射..... (277)		
1. 概述 2. 布喇格公式		
§ 3·12 全息照相..... (282)		
1. 全息照相的过程 2. 全息照相的特点 3. 拍摄全息图的要求		
附录3-1 用复振幅法推导单狭缝夫琅和费衍射光强分布 公式..... (288)		
附录3-2 用复振幅法推导多缝夫琅和费衍射光强分布公 式..... (290)		
小结..... (291)		
思考题..... (296)		

第四章 光的偏振

§ 4·1 光的偏振现象..... (300)		
1. 横波与偏振 2. 光的偏振现象 3. 偏振光与自然光		
4. 起偏器与检偏器 马吕斯定律		

§ 4·2	反射和折射引起的偏振·····	(310)
1.	菲涅耳公式 2.反射率和反射率曲线 3.布儒斯特定律 4.折 射引起的偏振	
§ 4·3	双折射·····	(321)
1.	双折射现象 2.单轴晶体中的波面 3.惠更斯作图法 4.单轴 晶体的主折射率 5.双折 射偏振器	
§ 4·4	推迟器 椭圆偏振光与圆偏振光·····	(334)
1.	垂直振动的合成 2.推迟器 3.椭圆偏振光与圆偏 振光	
4.	五种偏振态的鉴别	
§ 4·5	偏振光的干涉·····	(347)
1.	偏振器正交条件下的干涉 2.偏振器平行条件下的干涉	
3.	色偏 振 ·····	
§ 4·6	人工双折射·····	(354)
1.	光测弹性效应 *2.电光 效应	
§ 4·7	旋光性·····	(357)
1.	石英的旋光现象 *2.菲涅耳对旋光性的解释 3.量 糖 术	
小 结	·····	(362)
思 考 题	·····	(368)
第五章 光的量子性		
§ 5·1	黑体辐射的规律·····	(372)
1.	热辐射 2.辐射本领与吸收本领 3.基尔霍夫 定律 4.黑体辐 射谱 5.黑体辐射定律 6.普朗克公式 7.光测高温法	
§ 5·2	光电效应·····	(383)
1.	光电效应的实验规律 2.波动论的困难 3.光子论 的解释	
4.	光电效应的应用	
§ 5·3	康普顿效应·····	(390)

1. 伦琴射线的散射 2. 对康普顿效应的解释 3. 康普顿位移与散射角的关系	
§ 5·4 波粒二象性	(397)
1. 光的二象性 2. 物质波 3. 德布罗意假设的实验验证 4. 物质波的物理意义	
小结	(402)
思考题	(406)
思考题解答	(407)
习题	(432)
习题解答	(459)
常用物理常数	(540)

第一章 几何光学

几何光学是光学中发展最早的一部分。它所研究的主要问题是物体经光学系统的成像问题。在几何光学中，不涉及光的本性，不考虑光和物质的相互作用，只是以光线的概念为基础，并根据实验观测总结所得的几个基本定律，通过三角计算或矩阵运算或几何作图法来讨论物体经光学系统的成像规律。

本章首先介绍几何光学的基本定律和有关成像的基本概念；其次讨论平面、球面、薄透镜及其组合的傍轴成像理论；最后介绍光阑、象差、光度学的基本概念，以及几种常用助视光学仪器的成像原理。

通过本章学习，读者应达到下列要求：

- (1) 掌握几何光学基本定律和费马原理；
- (2) 掌握平面、球面、薄透镜的傍轴成像理论和薄透镜组成像的逐次成像法（包括作图法和算法）；
- (3) 了解光阑的基本知识；
- (4) 了解各种像差产生的原因及常用校正方法；
- (5) 掌握光度学的基本概念；