

▲ 高等学校教材

# 普通物理学

光学部分

母国光、李若璠编  
沈寿春校订

高等教育出版社

高等学校教材



普通物理学

光学部分

母国光、李若璠编  
沈寿春校订

高等教育出版社

本书是编者根据他们在南开大学物理系讲授普通物理学课程中光学部分的讲义修改而成的。全书共十五章，分三大部分：第二章到第六章是几何光学；第七章到第十二章是物理（波动）光学；第十三、十四和十五章是光与物质的相互作用、辐射和光子。此外，在第一章中介绍了光学的发展简史和我国光学事业的今昔。书中可少讲或不讲的章节，都排成小字，并在目录中标以“·”号或“··”号。

本书可作为综合大学及高等师范学校物理各专业“普通物理学”课程光学部分的教学参考书，也可供各高等院校其他专业师生或光学科技人员参考。

## 普通物理学

光学部分

---

母国光、李若璠编 沈寿春校订

北京市书刊出版业营业许可证出字第 119 号

高等教育出版社出版（北京景山东街）

人民教育印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

---

统一书号 K13010·1211 开本 850×1168 1/16 印张 12 5/16

字数 324,000 印数 0,001—6,000 定价（5）¥1.20

1965年11月第1版 1965年11月北京第1次印刷

## 編者前言

为适应目前物理学专业对普通物理学光学部分的教学参考书的需要,和填补基础光学教材的空白,我们根据自己和本书校订者历年在南开大学讲授普通物理学的光学部分所用的大纲和从事光学工作所积累的材料,并参考国外教科书编写成本书。初稿写于1963年到1964年春末,基本内容与系统跟1964年秋季青岛会议的普通物理学大纲相同,但稍多些;后来我们根据自己对教学中贯彻“少而精”的初步体会,对初稿作了修改和精简。现在作为引玉之砖和读者见面。

全书共十五章,分三大部分:第二章到第六章是第一部分,讲几何光学;第七章到第十二章是第二部分,讲物理(波动)光学;第十三、十四和十五章是第三部分,讲光与物质的相互作用、辐射和光子。此外在第一章中介绍了光学的发展简史和我国光学事业的今昔,以使读者对光学有一概括的印象,自觉地用辩证唯物主义观点来认识事物和增强自力更生攀登科学高峰的信心。

本书与一般光学教科书大致相似,就整体而言,注重基本原理、现象和实验的阐述。同时也企图使本书具有以下几个特点:

1. 力图把基本原理和实际现象或应用结合起来,希望使读者感到光学不仅是关于光的基本性质和规律的概括,而且更是与实际应用紧密相关的基础学科,以避免只见概念不见实际的倾向。为此,在各章均有一些实例。

2. 为了加强感性知识,弥补目前一般学校尚不能做很多演示实验的不足,书中除绘制了许多图表外,还选用了比较多的科学照片。这样可以帮助学习,加深印象以及对基本原理有进一步的了解。

3. 由于近十几年来光学有很大的发展,有些甚至是异常重要的,所

以,本书在顾及一般大学初年级学生的接受水平和学习时数的同时,对一些重要的新成就也给予了注意,尤其是在光学仪器、干涉的应用、衍射光栅及新型光源(包括光激励器)等方面。

4. 对一些经典内容的阐述和分析,尽量采用实际工作中确实应用的观点或新的概念来处理,而避免沿用有缺点或容易混淆不清的旧观点或旧名词。如对于象差、光学仪器的放大率、干涉条纹的形状和位置、衍射的应用以及散射等内容的处理,就是这样考虑的。

此外,我们在编写本书时,虽然主要考虑的是如何符合课程的要求,但是也想给一般学物理的学生提供一本能有助于日后工作的参考书,当他遇到一般光学问题时翻阅一下,能知道有些什么解决的方法,而不必另置一册翻译的普通光学书。

根据以上诸点,所以本书在内容上比一般规定学时(60)所要求的多些。不过,由于本书在章节的安排上考虑到了少讲或不讲某些内容而不影响课程的系统性的问题,所以多些也可能无碍于使用。可少讲或不讲的章节,在文中都是小字,并且在目录中标以“\*”号或“\*\*”号。这样安排仅供教师参考。我们深信在各校稍有不同的教学计划下,每位教师对贯彻“少而精”一定比我们考虑得更周到。

本书是在较短的时间内匆促完成的,并且由于我们对在教学中贯彻“少而精”还缺少经验和学识浅薄,所以书中一定有很多缺点、遗漏甚至错误。总之,这是一个极不完善的初稿。我们诚恳地希望读者不吝指出,以便有机会改正。

倘若这本书对读者的教学有些帮助的话,则应归功于教育、培养和领导我们的党。如果不是在党的领导下进行多年的教学 and 实际工作,从而得到锻炼和成长,则完成这样的编写任务是不可能的。

本书的工作是这样完成的:母国光编写了前十二章,后三章是李若璠编写的。沈寿春教授对全部初稿进行了反复细致地校阅和批改,有时还亲自写出几段以资示范。魏长日同志帮助整理了几何光学部分初

稿,并绘制了书中全部插图的初稿。

书中大多数照片是李玺英同志复制的,紫金山天文台、南京教学仪器厂、上海光学仪器厂和北京教学仪器厂也为本书提供了宝贵的照片,编者谨向李玺英同志和这些单位表示感谢。

中国科学院严济慈教授对本书稿从科学性方面提出了许多宝贵的意见,致使本书今日与读者见面时得以少出错误,编者谨致谢忱。

母国光、李若璠

一九六五年七月 天津

# 目 录

(标 \* 和 \*\* 的小字部分可不讲授, 标 \* 的全节小字, 标 \*\* 的节内有小字.)

第一章 绪论 .....	1
§ 1-1 光学的发展简史 .....	1
§ 1-2 我国古代对光学的贡献及解放后的发展 .....	10
第二章 几何光学的基本原理 .....	13
§ 2-1 几何光学的基本原理 .....	13
§ 2-2 费马原理 光程* .....	15
§ 2-3 发光点 光束 .....	18
第三章 平面系统和球面系统的折射和反射 近轴光学 .....	20
§ 3-1 光在平面上的反射和折射** .....	20
§ 3-2 光线在棱镜主截面内的折射* .....	26
§ 3-3 光在单球面上的折射和反射 .....	29
§ 3-4 元光束经单球面折射后的空间成象 .....	33
§ 3-5 共轴球面系统及其基点 .....	37
§ 3-6 共轴球面系统的组合 .....	42
§ 3-7 厚透镜 .....	44
§ 3-8 薄透镜及薄透镜组 .....	47
第四章 实际光学系统的成象 .....	50
§ 4-1 概述 .....	50
§ 4-2 球差** .....	51
§ 4-3 彗差** .....	55
§ 4-4 象散和象场弯曲 .....	59
§ 4-5 畸变 .....	62
§ 4-6 色差及其校正方法** .....	65
第五章 光学系统中光束的限制及光度学基础 .....	70
§ 5-1 光学系统中光束的限制 光阑 .....	70
§ 5-2 光度学的基本概念 .....	75
§ 5-3 发光强度 面发光度和照度 .....	80
§ 5-4 亮度 .....	84

§ 5-5	光度学的计量单位**	87
§ 5-6	通过光学系统的光流 象的亮度和照度	91
§ 5-7	主观亮度*	95
<b>第六章</b>	<b>光学仪器</b>	<b>97</b>
§ 6-1	概述	97
§ 6-2	放大鏡 目鏡 顯微鏡	98
§ 6-3	望遠鏡**	109
§ 6-4	照相機和幻燈機**	114
§ 6-5	稜鏡光譜儀*	117
<b>第七章</b>	<b>光的干涉</b>	<b>121</b>
§ 7-1	波動光學和光波	121
§ 7-2	光波的疊加	125
§ 7-3	光的干涉現象及相干條件	129
§ 7-4	由分波陣面法產生的光的干涉	132
§ 7-5	由分振幅法產生的光的干涉**	140
§ 7-6	多光束干涉	150
<b>第八章</b>	<b>干涉現象的應用及干涉儀</b>	<b>154</b>
§ 8-1	等厚干涉的應用**	154
§ 8-2	牛頓環	158
§ 8-3	邁克耳孫干涉儀**	161
§ 8-4	邁克耳孫干涉儀的應用*	167
§ 8-5	法布里-珀羅干涉儀	169
<b>第九章</b>	<b>光的衍射</b>	<b>176</b>
§ 9-1	概述 惠更斯-菲涅耳原理	176
§ 9-2	菲涅耳圓孔衍射**	178
§ 9-3	菲涅耳圓盤衍射 波帶片	187
§ 9-4	菲涅耳直邊衍射**	190
§ 9-5	菲涅耳單狹縫衍射*	198
§ 9-6	夫琅和費單狹縫衍射	200
§ 9-7	夫琅和費圓孔衍射	205
<b>第十章</b>	<b>光學儀器的分辨本領及衍射現象的應用</b>	<b>212</b>
§ 10-1	光學儀器的分辨本領 瑞利極限	212
§ 10-2	眼睛、望遠鏡和照相物鏡的分辨本領	215
§ 10-3	顯微鏡的分辨本領	218
§ 10-4	稜鏡光譜儀的分辨本領*	222



§ 10-5	夫琅和费双狭缝衍射	224
§ 10-6	衍射光栅**	229
§ 10-7	晶体的X射线衍射*	245
<b>第十一章 光的偏振</b>		<b>249</b>
§ 11-1	光的电磁理论*	249
§ 11-2	偏振光和自然光	252
§ 11-3	光在两种透明介质的分界面上的折射和反射**	255
§ 11-4	双折射	265
§ 11-5	单轴晶体内的波面 平面波在单轴晶体内的传播	269
§ 11-6	由双折射产生偏振光的仪器	273
§ 11-7	椭圆偏振光和圆偏振光 波片	277
§ 11-8	偏振光的干涉	281
§ 11-9	偏振光振动面的旋转 旋光性	286
<b>第十二章 光的速度</b>		<b>292</b>
§ 12-1	概述	292
§ 12-2	测定光速的天文学方法**	293
§ 12-3	测定光速的实验室方法**	296
§ 12-4	光在介质中的速度、相速和群速	303
§ 12-5	运动介质中的光速	307
§ 12-6	狭义相对论基础**	312
§ 12-7	由狭义相对论得出的一些结论	315
§ 12-8	运动坐标系中的光学与狭义相对论**	318
<b>第十三章 光的吸收、色散和散射</b>		<b>324</b>
§ 13-1	光的吸收	324
§ 13-2	光的色散	326
§ 13-3	反常色散	329
§ 13-4	吸收和色散的經典理論*	331
§ 13-5	光的散射	335
§ 13-6	散射光的偏振*	339
§ 13-7	联合散射*	342
<b>第十四章 光的发射</b>		<b>345</b>
§ 14-1	两种不同形式的光的发射	345
§ 14-2	热辐射和克希霍夫定律	346
§ 14-3	黑体	347
§ 14-4	黑体辐射定律和普朗克公式**	350

---

§ 14-5 光测高温学*	355
§ 14-6 光源**	360
第十五章 光子	368
§ 15-1 光电效应	368
§ 15-2 爱因斯坦公式和密立根实验**	370
§ 15-3 光电效应的应用*	373
§ 15-4 康普顿-吴有训效应	374
§ 15-5 光压*	377
§ 15-6 弱光流的量子起伏——瓦维洛夫实验	379
§ 15-7 光的二象性	380
索引	384

# 第一章 緒論

## § 1-1 光学的发展简史

如同几何学、天文学和力学一样，光学是一门有悠久历史的学科，它包含着人类自古以来对光的研究的丰硕果实，它的发展史典型地而又鲜明地反映着人类认识客观世界的逐渐接近真理的过程。

人类对光的研究，最初主要是试图回答象“人为什么能看见周围物体”的这一类问题。现在一般书上，多以古希腊欧几里德(公元前323—385)对这一问题的回答作为世界光学知识的最早记录。在欧几里德的书中写道：“我们假想光是以直线进行的，在线与线间还留出一些空隙来，光线自物体到人眼成为一锥体，锥顶在人眼，锥底在物体，只有被光线碰上的东西，才给我们看见，没有碰上的东西就看不见了”。这种描述，一方面反映了当时人们对光的直线传播性的正确认识，但也同时反映了对光的错误认识——从人眼向被看见的物体伸展着某种触须似的东西。显然，把这样的陈述作为光学的最早记录是欠妥当的。事实上，在比欧几里德的书早约百年的我国墨经(先秦时代，约在公元前400至470年)上，对光的几何性质已有了较完全的记载。

墨经中有八条是关于光学方面的<sup>①</sup>，第一条是叙述影的定义与生成；第二条说明光与影的关系；第三条则畅言光进行的直线性，并且用针孔成象的实验来说明它；第四条说明光有反射的性能；第五条论光和光源的关系而定影的大小；第六、七和八条分别叙述了在平面镜、凹球面镜和凸球面镜中物和象的关系。文虽前后八条，寥寥数百字，但却

<sup>①</sup> 钱临照，物理通报，一卷三期，1951年。

以严谨的文字，毫无臆测之语地表述了几何光学的基础。所以无论就时间的先后还是就科学性来说，墨经都称得起是世界光学知识的最早记录。只要比较一下墨经和欧几里德书对光的直线进行的记载，即可相信这一点。

墨经的梁本第二十条，经云“景倒，在午有端。”经说云：“景，光之人，煦若射；下者之人也高，高者之人也下。足蔽下光，故成景于上，首蔽上光，故成景于下。”这段文字是以描写一个针孔成象实验来说明光的直线进行。经说说：“光向人照去，好象射箭一样，从下面照去的到高处去了，从高处照去的到下面去了。足遮住了下面的光线所以成影在上面，头遮住了上面的光所以成影在下面。”午，是一纵一横相交之点，可作针孔照相匣上的小孔讲，而端，就是光线经小孔所成的光束。所以“景倒，在午有端”，就是自人发出的光线交于针孔而成光束，足蔽下光成景于上，首蔽上光成景于下，故得头在下，足在上的倒象。这里毫无主观臆测，完全是由观察得到的结果，所以可以肯定，关于光的直线进行的伟大发现，墨经上所说的要比欧几里德的既早又好。

自墨子开始，在有关光的科学存在的二千多年的长时期中，经过了公元1100年阿拉伯人阿尔-海填(Al-hazen)发明第一个透镜，公元1590年姜森(Jonsen)和李普塞(Lippershey)发明第一架望远镜和十七世纪初冯屯(Photon)发明第一架显微镜，一直到十七世纪上半叶才由斯涅耳(Snell)和笛卡儿(Descarte)将对于光的反射和折射的观察结果，归结为今天所用的反射定律和折射定律。约在他们的同时，费马(Fermat)又得到了确定光在介质中传播所走路程的光程极值的原理，这原理可以包括反射定律和折射定律。

换言之，经过漫长的时期，到十七世纪上半叶，才弄清楚光的几何性质，而其余的一切，甚至关于视觉中的两个基本特征——亮度和颜色的观念还很模糊。

到了十七世纪后半叶，牛顿和惠更斯等对光的研究才真正地把光

学引上了发展的道路。

1665年牛顿进行太阳光的实验。在这实验中，太阳光通过窗板上小圆孔照射在玻璃三棱镜上，光束在棱镜中折射后，投射在光屏上形成一个颜色按一定顺序排列的长条象，牛顿称它为光谱。这个现象在牛顿之前已有人知道，并且有这样的解释：玻璃会影响太阳光使它形成彩色。但牛顿从他自己的实验确定了这一解释是不正确的。他认为白光（太阳光）是复杂的，是无数种不同的光线的混合，各种光线在玻璃中受到不同程度的折射。棱镜没有改变白光而只是把它分解成简单的组成部分，把这许多组成部分混合起来能重新恢复最初的白色。在实验中还看到，把从第一棱镜中分出的某种颜色（例如黄色）的光从光谱中分离出来，令它再通过第二棱镜，结果没有新的分解。因此，在第一次棱镜分解中，事实上是分出了某种不变的东西。但彩色本身并没有说明光的性质，它是一个靠视觉得到的印象。例如，倘若我们把单纯的红色和绿色混合起来，也能得到太阳中的黄色。而单纯颜色光在空间上的分离却是与光的本性联系着的，它使人们第一次接触到光的客观的和定量的特征，因为这种特征可根据棱镜折射率和棱镜形状算出。换言之，牛顿的太阳光实验，使颜色学说脱离了主观印象而走上与客观量相联系的发展道路。

牛顿还发现了另一惊人的现象：把曲率半径很大（几米）的凸透镜放在平玻璃板上，当用白光照射它时，则见在透镜与玻璃板接触点处出现一组彩色的同心环，当用单纯的某一种颜色（如红色）照射时，则见在接触点处出现一组明暗（如红与黑）相间的同心环，均匀的照射却得到了不均匀的光强分布！这种环称为牛顿环。在这实验中，每一单纯的光与牛顿环的第一黑环所在处的透镜与玻璃板之间的空气厚度联系着，不同的单纯光所对应的这种空气厚度不同。所以单色光可以定量地用第一空气隙的厚度来表征。

牛顿在发现这些重要现象的同时，根据光的直线传播性，认为光是

一种微粒流，微粒从光源飞出来，在均匀物质内以力学定律作等速直线运动，并且以这种观点对折射和反射定律作了解释。微粒流学说很自然地解释了光的直线传播性，然而在解释牛顿环现象时，却遇到了困难，他不得不假定，光线在牛顿环实验中能“发生容易的反射和容易的透射”。

惠更斯是光的微粒说的反对者，他创立波动说，在1690年于“论光”一书中写道：“光同声一样，是以球形波面传播的，这种波同把石子投在平静的水面上时所看到的波相似。”他从声现象和光现象的许多类似出发，认为必须把光振动看作是在一种特殊的介质——“以太”中传播的弹性脉动，而这种特殊的介质充满宇宙的全部空间。然而惠更斯的关于光波的概念是很不完全的，例如，他始终没有提到光波在空间上的周期性，在“论光”中他甚至写道：“……不需要认为光波是以相同的间隔一个跟着一个。”惠更斯也没有注意到当时已由格利马尔第(F. Grimaldi)和胡克(R. Hooke)指出的光的衍射现象，却认为光通过无论是多小的孔都能是直线传播的，他写道：“这孔永远是足够大，以致于能包含为数很多的小到不可思议的以太微粒”。特别是惠更斯更没有提到牛顿环，而牛顿本人却把这一现象看作是光的周期性的表现。

惠更斯的波动说只是相当粗略地指出光的波动性，这学说的最有意义的乃是作为寻求光振动的传播方向的惠更斯原理：光振动所达到的每一点都可视为次波的振动中心，次波的包络面为传播着的波的波阵面(波前)。而牛顿关于光的本性的概念，有许多特点却可以在今天的概念中碰到，虽然今天是以完全不同的新观点和新实验为基础的。总之，在光学萌芽的十七世纪，在微粒说占优势的同时，波动说也被粗略地提了出来，两种截然不同的学说自产生之日起一方面沿着各自的道路发展，另一方面却互有斗争。

在整个十八世纪中，光的微粒流理论在光学中仍占优势，但光的波动理论却从没有停止对微粒流理论的斗争。例如歌勒(公元1746年)和

罗蒙诺索夫(1756年)都捍卫以太的波动理论,而为微粒说的反对者。

十九世纪初,逐步发展起来的波动光学体系已初步形成,其中以杨氏(Young)和非涅耳(Fresnel)的著作为代表。杨氏圆满地解释了“薄膜的颜色”的现象和用双狭缝实验显示了光的干涉现象;非涅耳认为光振动是一种连续介质——以太的机械弹性振动,他于1835年以杨氏干涉原理补充了惠更斯原理,由此产生了今天为人们所熟知的惠更斯-菲涅耳原理。用这个原理既能圆满地解释光的直线传播,也能讨论衍射现象,成为波动光学中的重要原理。

进一步的研究,观察到了光的偏振和偏振光的干涉,为了解释这些现象,菲涅耳假定光是横波。看来好像是相当圆满了,因为光的弹性波动理论既能说明光的直线传播,也能解释衍射,而加上横波的限制后又可解释光的偏振现象。但是,机械的弹性横波只能产生在固体之中,所以不得不把弹性固体的特性强加于以太。弹性横波在无限大的固体中的传播速度 $v$ 同固体的切变模量 $N$ 和密度 $\rho$ 有下列关系:

$$v = \sqrt{\frac{N}{\rho}}. \quad (1-1)$$

因为以太不妨碍各种物体的运动,所以以太的 $\rho$ 必定是非常小的,同时为说明光的巨大的传播速度,又必须给 $N$ 以相当大的数值。为了解释光在各种不同介质中的不同速度,又必须认为以太的特性在不同的物质中是不同的;在各向异性介质中还需要有更复杂的假设。此外,还必须给以太以更特殊的性质,才能解释光波中没有纵振动的现象。这种密度无限小、切变模量远大于钢、并且还有许多附加性质的以太是令人难以想象的。于是就暴露了光的弹性理论的许多重大困难。此外,机械的弹性理论既没有指出光学现象和其他物理现象间的任何联系,也没有能把表征介质性质的光学常数和介质的其他参数联系起来。显然,光的弹性波动理论是人类逐渐认识客观真理过程中具有相对进步的一种理论。

1846年, 法拉第(Faraday)发现了光的振动面在磁场中发生旋转, 这表示光学现象与磁学现象间存在内在的联系; 1856年韦伯(Weber)发现, 光在真空中的速度等于电流强度的电磁单位与静电单位的比值  $3 \times 10^{10}$  厘米/秒, 这表示光学现象与电学现象有一定的关系。从这些发现中, 人们获得了新的启发, 即必须把光学现象和其他物理现象联系起来考虑, 而不能孤立地来研究光的本性。

1860年麦克斯韦(C. Maxwell)的理论研究指出, 电场和磁场的改变, 不能局限在空间的某一部分, 而是以等于电流的电磁单位与静电单位的比值的速度传播着; 光的传播就是这样的一种电磁现象。这个结论在1892年被赫兹(Hertz)的实验证实。按着麦克斯韦的理论, 若以  $c$  代表光在真空中的速度,  $v$  代表光在介电常数为  $\epsilon$  和导磁系数为  $\mu$  的介质中的速度, 则有

$$\frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu}. \quad (1-2)$$

因为  $\frac{c}{v} = n$  —— 介质的折射率, 所以

$$n = \sqrt{\epsilon\mu}. \quad (1-3)$$

这个式子给出了物质的光学常数  $n$  同电学常数  $\epsilon$  和磁学常数  $\mu$  间的关系。在认识光的本性方面, 麦克斯韦电磁理论较之弹性固体理论向前迈进了一大步。

然而麦克斯韦理论象弹性固体理论一样, 还需要有以太, 只不过是以电磁的以太代替了机械的以太, 在电磁以太中有位移电流和磁场。然而, 这样的理论并没有进一步说明以太的性质。

麦克斯韦的理论和赫兹的实验证明了光是电磁波, 于是就有必要研究产生频率高达光的频率的电振子的性质。另一方面, 从已得到的(1-3)式看不出折射率  $n$  随着光的频率而变, 而实验上已确证,  $n$  随光的频率而变。这样, 当时就有必要根据物质结构的概念, 研究物质是怎样发光的和物质与光相互作用的各种过程。到了1896年洛仑兹(H.



A. Lorentz)创立了电子论,他认为原子和分子内含有带负电的电子,在无外力时电子处于平衡位置;在外力作用下,电子作阻尼振动而产生光的辐射。当光通过介质时,介质中电子的自然频率与外场的频率相同时,则受缚电子成为吸收体。这样,利用洛仑兹电子论不仅解释了发光和物质吸收光的现象,也解释了光在物质中传播的各种特点。特别是,对折射率 $n$ 和随光波频率而变的色散现象也得到了较合理的解释。因为从电子论观点来看,介电常数 $\epsilon$ 是与电场改变的频率有关的物理量。在洛仑兹的理论中,以太乃是广袤无限的不动的介质,其唯一特点是,在这种介质中光振动具有一定的传播速度。

然而,对于象炽热的黑体的辐射中能量按波长分布这样重要的问题,洛仑兹理论还不能给出令人满意的解释。并且,如果洛仑兹关于以太的概念是正确的话,则可将不动的以太选作为参考系,以使人们能区别出绝对运动。而事实上,于1887年迈克耳孙用于干涉仪测“以太风”却得了否定结果,即洛仑兹设想的以太的存在与迈克耳孙实验结果不符。这表明即使到了洛仑兹电子论时期,人们对光的本性的认识也仍然是片面的。但是与十八世纪相比,却是在新的认识高度上更接近于客观真实了。

1900年,普朗克(Max Planck)从物质的分子结构理论中借用了不连续性的概念,提出了辐射的量子论。他认为各种频率的电磁波,包括光,只能以完全一定份量的能量自振子射出,这种能量微粒称为量子,光的量子称为光子。用量子论不但很自然地解释了灼热体辐射能量按波长分布的规律性问题,并且以全新的方式提出了光与物质相互作用的整个问题,而如果没有量子论,要理解这些问题是不可能的。量子论不但给光学,而且也给整个物理学提供了新的概念,故通常把它的诞生视为近代物理学的起点。1905年,爱因斯坦将这个在物理学中具有革命意义的量子论用于光电效应之中,他给光子作了十分明确的表示,特别是他指出了在光作用于物质时,光也是以光子为最小单位进行的,此