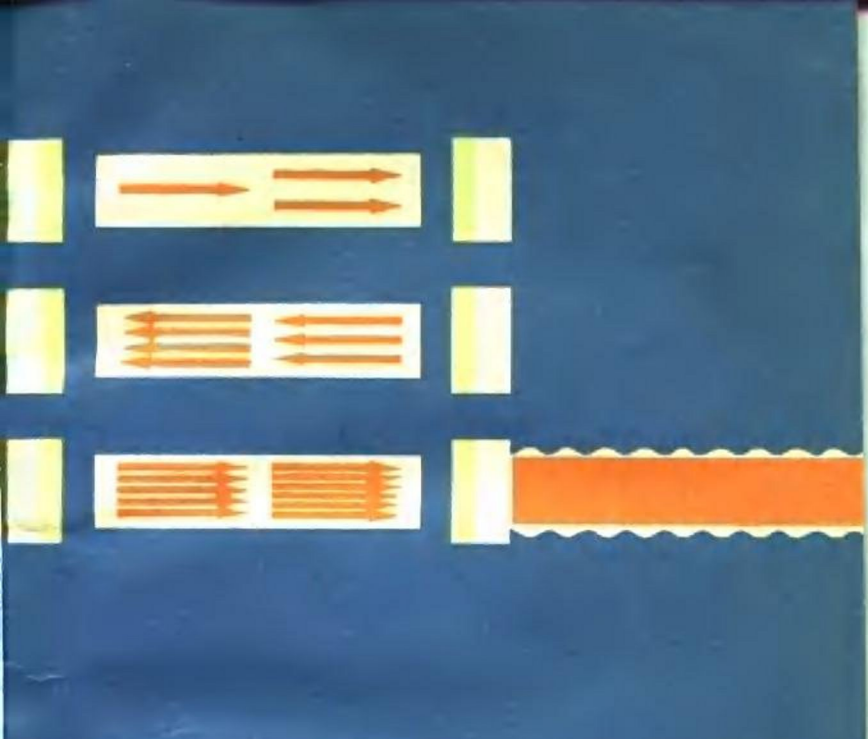




GUANG ZHI JIAOZI - JIGUANG

光之骄子
——激光

四川人民出版社

光之骄子——激光

白 唐 尹儒英 著

四川人民出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

宜宾市印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张 5.125 字数 98千

1976年3月第一版 1976年3月第一次印刷

书号: 15118·11 定价: 0.42元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

前 言

你一定不止一次地听到过人们在谈论激光，赞扬激光！你多半也已经知道激光技术是二十世纪六十年代出现的重大的科学技术成就，它在阶级斗争、生产斗争和科学实验中起着重要的作用。利用专门研制的新颖光源——激光器——人们能够获得一种亮度极高、方向性极强、颜色极纯的射线。这种射线就是激光。

激光真不愧是“光之骄子”！它从诞生到现在只不过十几个年头，在各种各样的光线中，无疑是最年青的一代。可是它那种独特的性能却早已在三大革命运动中披露锋芒，博得了人们的器重与喜爱。激光已经成为人们认识世界、改造世界的一种有力的武器。

我们国家从六十年代初期开始研究激光技术。在毛主席无产阶级革命路线的指引下，特别是通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动的战斗锻炼，广大工农兵群众和有关的科研、生产部门的工作人员认真学习马列主义、毛泽东思想，深入批判刘少奇、林彪所推行的反革命修正主义路线，大搞群众运动，克服了重重困难，在激光的元、器件生产，应用技术和理论研究上都获得了丰硕的成果，为我国激光事业的

进一步发展作出了贡献。

伟大领袖毛主席指出：“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”为了帮助工农兵群众和青少年读者了解有关激光的基本知识和发展概况，协助推广、普及激光技术，我们编写了《光之骄子——激光》这本通俗读物。在编写过程中，得到了209研究所、成都电讯工程学院、四川大学、成都地质学院等单位的热诚帮助和指导。全书将由浅入深地介绍激光产生的原理、目前最常用的一些激光器及其应用等等，而首先将从光的本性谈起。

目 录

前 言

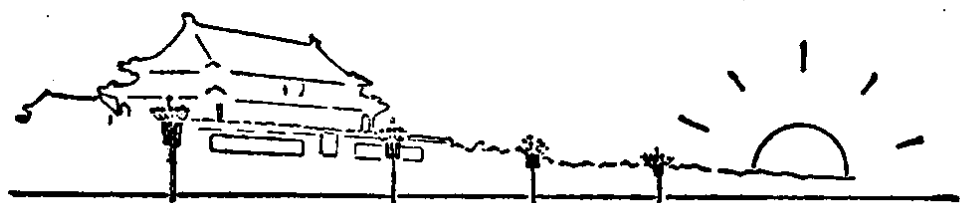
1. 光的本性	(1)
光的波动性	(1)
光的干涉	(4)
光的粒子性 · 光子	(7)
波-粒二象性	(8)
2. 原子小灯	(12)
原子结构	(13)
原子的能级	(17)
发 光	(19)
跃迁 · 吸收	(21)
自发辐射和受激辐射	(23)
3. 固体激光器	(26)
激光器	(26)
红宝石	(27)
粒子数反转	(32)
光 泵	(33)
谐振腔	(37)

谐振腔的选模作用·····	(42)
谐振腔的工艺要求·····	(45)
红宝石激光器·····	(48)
激光的特性·····	(50)
掺钕钇铝石榴石激光器·····	(59)
钕玻璃激光器·····	(62)
4. 气体激光器·····	(64)
氦-氖激光器·····	(65)
布儒斯特窗·····	(70)
氩离子激光器·····	(73)
二氧化碳激光器·····	(75)
5. 半导体激光器·····	(79)
盛大的“灯会”·····	(79)
半导体激光器·····	(81)
6. 激光在工业中的应用·····	(84)
激光打孔·····	(86)
激光切割·····	(89)
激光焊接·····	(91)
激光准直·····	(92)
激光测长·····	(95)
7. 激光通讯·····	(103)
激光通讯机·····	(104)
大气激光通讯·····	(106)

光学纤维激光通讯·····	(108)
8. 激光在军事上的应用·····	(112)
激光报警器·····	(113)
激光照明和夜间摄影·····	(114)
激光测距·····	(116)
激光致盲和激光防护镜·····	(117)
激光热武器·····	(119)
9. 全息照相·····	(123)
全息照相的基本原理·····	(125)
全息照相的特点·····	(127)
全息照相的应用·····	(129)
10. 激光在医学上的应用·····	(131)
视网膜凝结·····	(131)
激光手术刀——光刀·····	(135)
激光配合内诊镜治疗内脏疾病·····	(137)
11. 激光在科学研究上的应用·····	(139)
激光受控热核聚变的研究·····	(139)
激光技术分离同位素·····	(144)
激光显微光谱分析·····	(145)
激光在农业上的应用·····	(148)
激光对各个科学技术领域的影响·····	(149)
12. 结束语·····	(151)

光的本性

东方红，太阳升。在我们伟大祖国的辽阔土地上，到处都照耀着灿烂的阳光。



光是我们每天都要遇到的一种物质。有的物体本身会发光（例如太阳、电灯、日光灯等等），它们叫作光源。有的物体自己不发光，但是却能反射别的物体所发出的光。我们的眼睛正是通过物体所发射的光或者所反射的光而看见它们的。光线是我们每天的生产、工作、学习都不可缺少的东西。可是，你是否仔细想过“光到底是什么”呢？

光的波动性

要回答这个问题，可不是一件很容易的事情呢！我们知

道，人的正确思想，既不是从天上掉下来的，也不是头脑中固有的。人们在长期的阶级斗争、生产斗争和科学实验活动中，对光的本性进行了大量的研究，经历了从实践到认识，再实践、再认识的无数的循环往复的过程，才开始对这个问题有了一个比较清楚的认识。

现在，人们已经知道，在某种意义上，光是一种以每秒30万公里的速度传播着的电磁波。就象水波、声波、地震波、无线电波……一样，光也具有波动的特征。一般来讲，

“波”的意思就是指“振动的传播”，或者“场的传播”。你看！落入湖中的小石块引起了水面的上下振动，而这种振

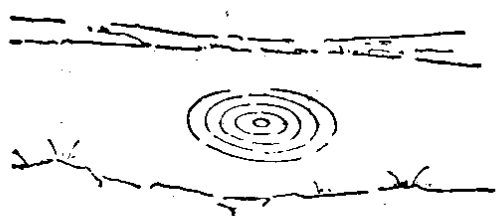


图1—1 水波

动由近及远的传播就构成了水波(图1—1)。绳子上传播的波(图1—2)，是由绳子上每一个质点的上下振动所构成的。而电

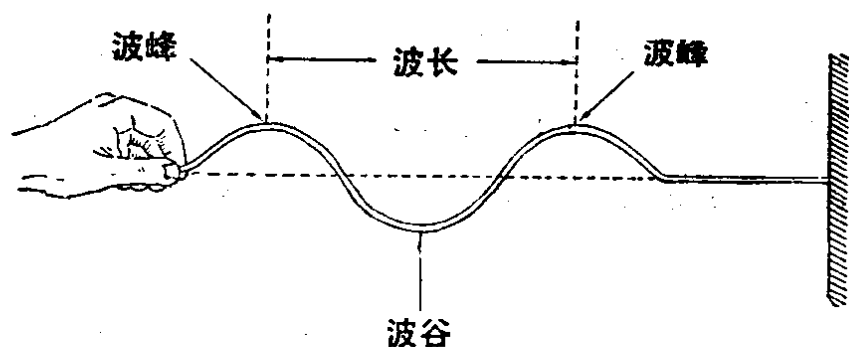


图1—2 绳子上传播的波

磁波呢，则是变化的电场和变化的磁场由近及远的传播（图

1—3)。一般所说的无线电波，就是一种电磁波。

任何波的传播速度 v 都等于振动的频率 ν (即每秒钟振动的次数) 和波长 λ (即两个波峰之间的距离, 见图 1—2) 的乘积:

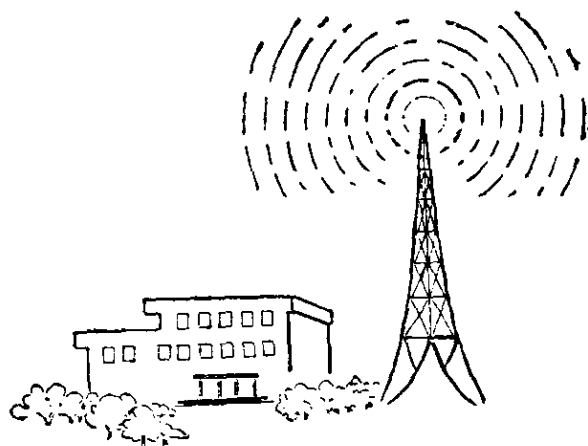


图 1—3 无线电波

$$v = \nu \lambda$$

光波传播得很快, 每秒钟“走”的路程相当于地球的赤道长度的 7.5 倍。但是光波的波长却非常短。例如绿颜色的光, 它的波长大致为 0.000055 厘米, 即 5500 埃 (“埃”是物理学上经常使用的一种长度单位, 一埃等于一亿分之一厘米), 约相当于一根头发直径的百分之一。红色光的波长稍微长一些, 但也只有 7000 埃左右。我们的眼睛能够看得见的光 (可见光) 由红橙黄绿青蓝紫七种颜色构成, 其中波长最长的是红光, 波长最短的是紫光。全部可见光的波长范围介于 7600 埃和 4000 埃之间。在这个范围之外还有红外线和紫外线等射线 (见图 1—4), 它们虽然是人眼所无法直接看见的, 但是却具有光的一切重要特征。所以广义地理解, 仍然可以把它们叫作光线。我们平时所说的激光, 有的属于可见光范围 (眼睛看得见的激光), 有的属于红外、远红外或紫外、远

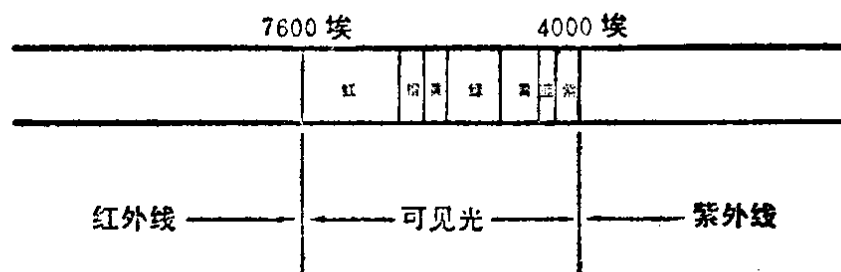


图 1—4 电磁波谱

紫外的范围（眼睛看不见的激光），它们都具有重要的用途。

光的干涉

认识来源于实践。作为光的波动性的有力证据之一便是光的干涉现象。

干涉是一切波动现象所共有的特征。如果我们平时比较注意观察的话，至少水波的干涉现象是不难看到的。两艘同向行驶的船，在它们所激起的两列水波的交迭区域，有时我们会看到如图 1—5 所示的情形。两列水波的迭加，造成了这样的后果：在有的地方，波峰加波峰（或波谷加波谷），结果水面上下振动的振幅就特别大；而在另外一些地方呢，一列水波的波峰遇到了另一列水波的波谷，它们在这里所引起的振动互相抵消，结果这里的水面就振动得较为微弱。这种现象就是水波的干涉。感兴趣的读者可以在平静的湖面上（或水盆中），用两个小锤同时敲打水面而看到水波的干涉

现象。

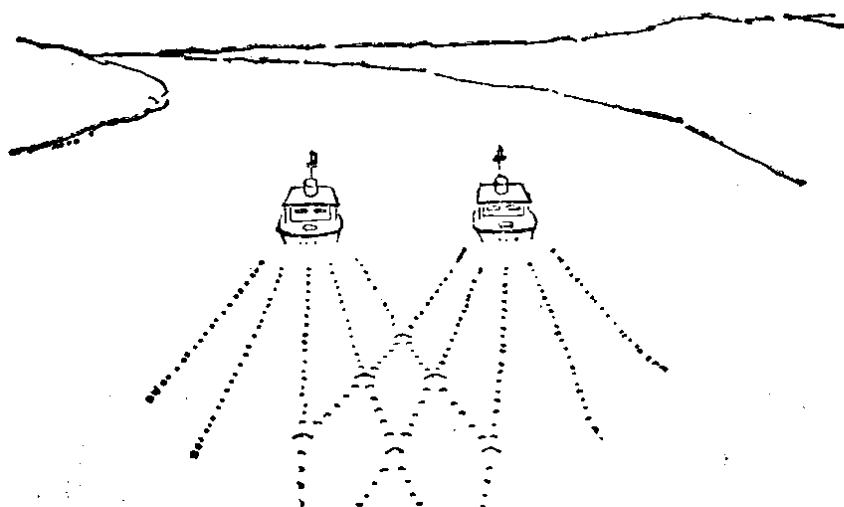


图 1—5 水波的干涉

由于光具有波动的性质，两束光线在一定的条件下也会出现干涉现象。例如图 1—6 所画的就是一个用来说明光具

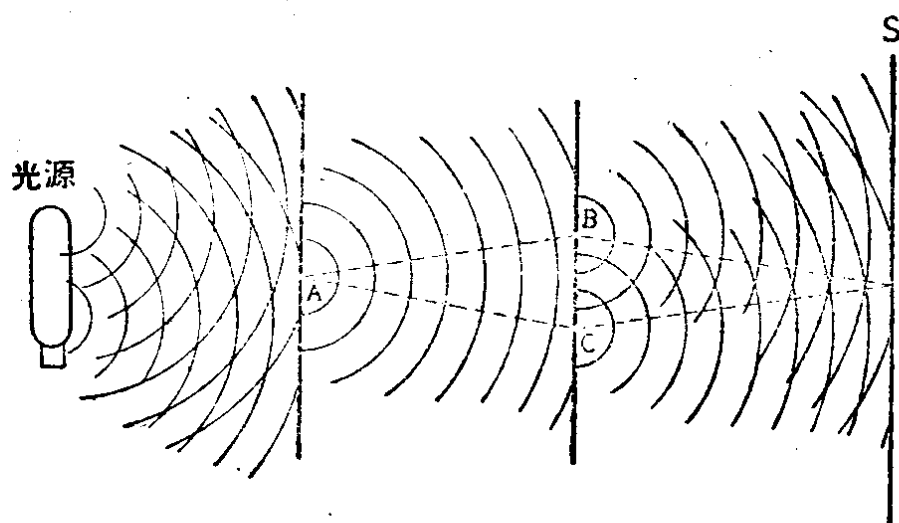


图 1—6 证明光具有波动性质的一个著名的实验

有波动性质的著名的实验。一个普通光源所发出的光，在经过第一个屏上的窄缝 A 之后，又能够接着通过第二个屏上的窄缝 B 和 C。这时在第二个屏的后面，经缝 B、C 而出的两

列光波在某些地方互相加强（或两束光的波峰相遇、或两束光的波谷相遇），在另外某些地方则互相削弱（一束光的波峰遇到另一束光的波谷）。结果就造成了有的地方亮、有的地方暗。放置在第二个屏后面的照相底片 S 则如实地记录下它们的干涉花样来（图 1—7）。实验结果雄辩地证明了光

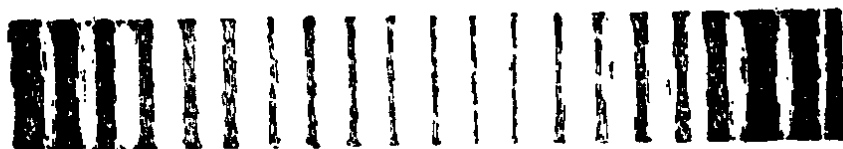


图 1—7 照相底片 S 所记下的干涉花样

具有波动的性质。

光的干涉现象在精密测量、全息照相等领域中起着重要的作用。但是要实现光的干涉并用它来作为我们认识世界、改造世界的一种工具，还必须满足一定的条件，说得具体一些就是：所使用的两束光线必须是“相干的”。这也就是对光源提出了一定的要求。普通的光源（电灯、日光灯等）不可能给我们提供良好的相干光，从而也就不容易看到（或利用）这些光线的干涉现象。而激光的重要优点之一，就在于它是极好的相干光。关于这些，我们将在第三章中再详细讨论。

除了干涉以外，其他一些现象（例如光的衍射和偏振等）也都证明了光具有波动的特征。就这种意义来说，光是一种电磁波。

光的粒子性·光子

然而人们的认识並沒有至此结束。伟大领袖毛主席教导我们说：“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”毛主席又说：“人类认识的历史告诉我们，许多理论的真理性的不完全性，经过实践的检验而纠正了它们的不完全性。”仅仅把光看成是电磁波是不完全的，因为大量事实说明，波动只是光的一种属性，而不是它的全部属性。在另外一系列现象——光辐射、光电效应等等——中，光又表现出具有“颗粒”的性质。

二十世纪初，人们在所谓“绝对黑体的辐射问题”以及光电效应实验中认识到，物体所辐射出来的各种射线（可见光、红外线、紫外线……）並不是连续的电磁波。它们的行径犹如一颗颗的微粒，每颗微粒在真空中都永远以光的速度在“飞行”着。这样的小微粒叫作“光量子”，或者“光子”（以下我们统称为“光子”）。每一个光子都具有一定的能量，这个能量的多少决定于光波的振动频率。用公式来表示就是：

$$E = h\nu$$

其中 E 是一个光子的能量； h 是一个常量，叫作“普朗克常量”，是物理学中的一个很重要的常量（其量值为 6.62×10^{-27}

尔格·秒)；而 ν 则是光波的振动频率。在可见光范围内，由于紫光的振动频率最高（即波长最短，见图1—4），它的光子所具有的能量就最多；相反地，由于红光的振动频率最低，它的光子所具有的能量就最少。

实践证明，任何光源所发出的光线都由整数个光子构成（即光源在任何情况下也不会发射出半个光子来）。而吸收光线的物体呢，也只能吸收整数个光子（即决不会吸收半个光子）。一束光线，实际上是由无数个光子构成的，每个光子的运动都具有波动的特征。

顺便指出，平时进入我们的眼睛并引起视觉的都是大量光子所产生的总效果。直接用肉眼是无法看见一两个光子的。事实上，即使是一束很微弱的光线，也含有大量的光子。例如一只发光功率为一瓦的电灯，每秒钟所发出的光子就大约有三百亿亿个左右。就好象在每秒钟吞吐五亿吨大米（相当于五万艘万吨巨轮满载大米的总和）的港口上无法用大型磅秤称出一、二颗米粒的增减一样，在一束光线中增减一、二个光子也不可能被眼睛查觉。正是由于这个原因，我们凭直觉从来没有感到光线是由一颗一颗的粒子构成的。

波-粒二象性

那么，你也许会问：光到底是粒子呢，还是波呢？

为了回答这个问题，我们不妨打一个比喻。把一个圆柱

体放在桌上（图1—8），如果你从上面去观察它，就会说所看到的是一个圆；如果你从旁边去观察它，就会说所看到的是一个长方形。要是我们追问一下，圆柱体到底是圆呢，还是长方形呢？你思考了一下之后，一定会说：圆柱体既不是圆，也不是长方形。对，圆柱体本身就是一种客观

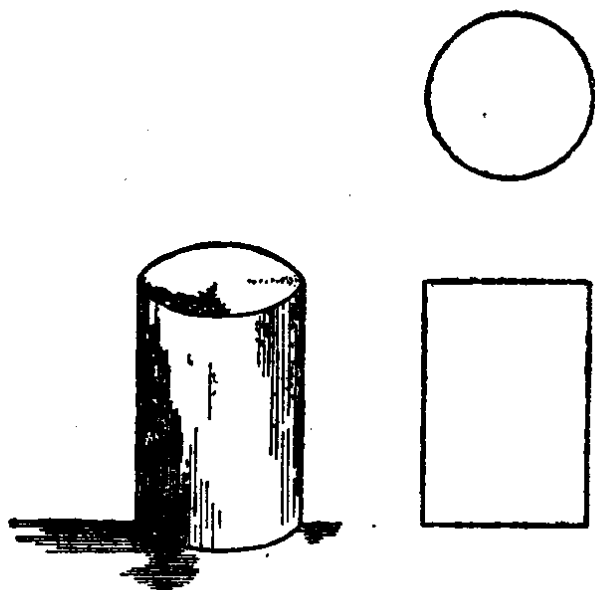


图1—8 圆柱体及其侧视、顶视图

存在的物体，只不过当我们从某一个侧面去观察它的时候，发现它象个圆；而从另外一个角度去观察它的时候，它就像长方形而已。

与此相似，光既不是粒子，也不是波。光本身就是一种客观存在的物质。当我们从某些角度去观察它的时候（例如观察光束与光束之间的相互作用），发现它具有波动的性质；当我们从另外一些角度去观察它的时候（例如观察光与原子、光与分子之间的相互作用），发现它具有粒子的性质。这就是光的“波-粒二象性”。原来波动性和粒子性是作为一个矛盾的两个方面，共存于光这样一个统一体之中的。毛主席教导我们：“矛盾着的两方面中，必有一方面是主要的，他方面是次要的。”“事物的性质主要地是由取得支配