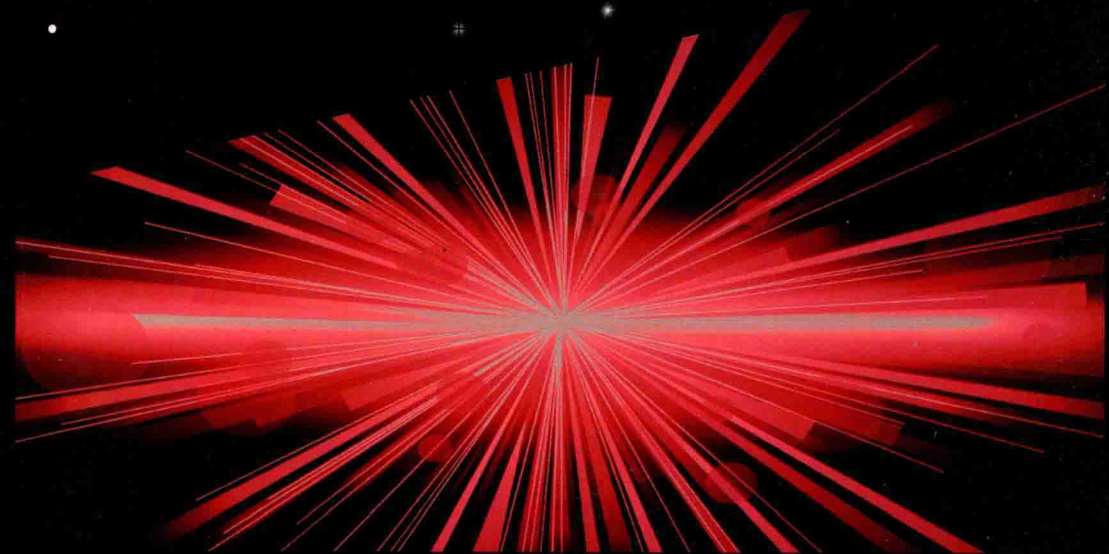
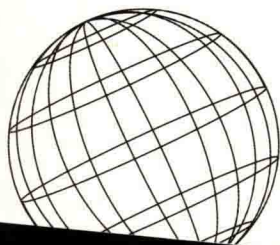


· 青少年科学素质培养丛书 ·



魅力四射的 激光

主编 谢宇 李翠



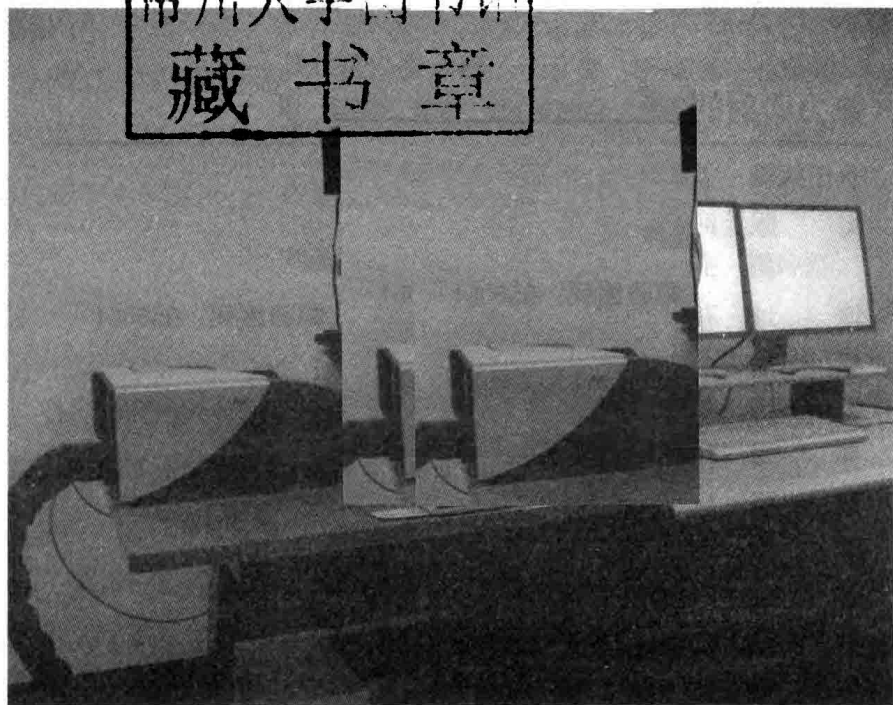
河北出版传媒集团
河北少年儿童出版社

青少年科学素质培养丛书

魅力四射的激光

主编 谢宇 李翠

常州大学图书馆
藏书章



河北出版传媒集团
河北少年儿童出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

魅力四射的激光 / 谢宇, 李翠编著. -- 石家庄:
河北少年儿童出版社, 2012.9
(青少年科学素质培养丛书)
ISBN 978-7-5376-4973-5

I. ①魅… II. ①谢… ②李… III. ①激光 - 青年读
物 ②激光 - 少年读物 IV. ①TN24-49
中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第149918号

魅力四射的激光 主编 谢宇 李翠

责任编辑 孟玉梅
出 版 河北出版传媒集团
河北少年儿童出版社
地 址 石家庄市中华南大街172号 邮政编码: 050051
印 刷 北京市联华宏凯印刷有限公司
发 行 新华书店
开 本 700×1000 1/16
印 张 11
字 数 286千字
版 次 2012年9月第1版
印 次 2012年9月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5376-4973-5
定 价 21.80元

编委会

主 编 谢 宇 李 翠

副 主 编 马静辉 马二力 李 华 商 宁 刘士勋

王郁松 范树军 矫清楠 吴 晋

编 委 刘 艳 朱 进 章 华 郑富英 冷艳燕

吕凤涛 魏献波 王 俊 王丽梅 徐亚伟

许仁倩 晏 丽 于承良 于亚南 王瑞芳

张 淼 郑立平 邹德剑 邹锦江 罗曦文

汪建林 刘鸿涛 卢立东 黄静华 刘超英

刘亚辉 袁 玫 张 军 董 萍 鞠玲霞

吕秀芳 何国松 刘迎春 杨 涛 段洪刚

张廷廷 刘瑞祥 李世杰 郑小玲 马 楠

前言

在当今社会，“科学技术是第一生产力”的观念早已深入人心。人们已经认识到，先进的科学技术是一个国家取得长足发展的根本，一个充满活力的民族必然是一个尊重科学、崇尚真理的民族。

宇宙的无穷奥妙均蕴涵于科学之中，如变幻莫测的星空、生机勃勃的动植物王国、令人称奇的微生物、包含诸多秘密的地球内部……各个领域的无数令人惊奇的现象都可以用科学知识来解答，科学知识就是打开自然神秘大门的钥匙，它的不断发展使世界发生了天翻地覆的变化。掌握了科学知识的青少年，就像插上了一双翅膀，可以无拘无束地向着美好的未来飞去。

青少年是一个民族得以发展的未来中坚力量，正如梁启超在《少年中国说》中所写到的：“少年智则国智，少年富则国富，少年强则国强……”因此，提高青少年的科学素养，培养青少年的科学精神，成为当今社会最重要的问题。为了提高青少年学习科学知识的兴趣，我们结合青少年的年龄结构特点推出了这套《青少年科学素质培养丛书》，用于帮助广大青少年在课外补充学习简明、基础的科普知识。

考虑到青少年的阅读习惯，本套丛书按照学科种类进行组织编写，将复杂纷繁的科学内容分为五十部分，如人造奇观、生物工程、纳米技术、疫病、考古发现、生命遗传、医学发现、核能科技、激光、电与磁、物理、中外发明、自然景观、微生物、人体、地理发现、数学、能源等，据

此编辑为该套丛书的五十分册。这套丛书从浩瀚无垠的科学知识殿堂中精心挑选了对读者最有了解价值的内容，将当今主要学科领域的知识具体而又直观地介绍给读者，拓宽读者的视野，启迪读者的思维，引领读者一步步走进奥妙无穷而又丰富多彩的科学世界。这套丛书始终贯穿着探索精神和人文关怀，是一套将知识性和趣味性完美地融合在一起的科普读物。每一本书都精选了几十个主题，旨在揭开神秘世界的诸多奥秘，为青少年读者奉上一桌营养丰富的精神大餐，希望青少年朋友们能在妙趣横生的阅读中体会到学习科学知识的快乐。

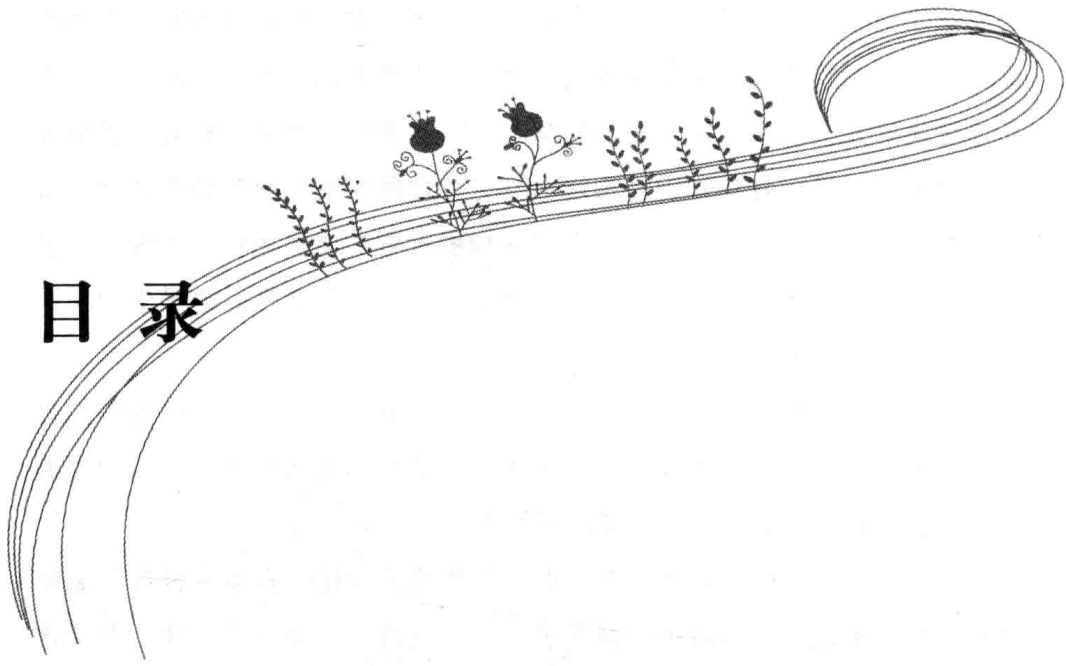
这套丛书还配有上千幅精美的插图，有实物照片、原理示意图等，力求做到简单实用、通俗易懂，以便于青少年朋友们能够形象、直观地理解科学知识，激发大家的学习兴趣，拓宽大家的想象空间。

这套《青少年科学素质培养丛书》在编写的过程中将当今世界上最新的科技和时事动态融入其中，集权威性、实用性、准确性于一体。希望这套丛书就像神奇的帆船一样，能够将青少年朋友们轻松地带进浩瀚的科学海洋，使大家爱上科学，成为有科学头脑、有科学素养的人。

本书在编辑过程中得到了很多人的关心和指导，在此表示诚挚的感谢。另外，由于时间仓促，书中难免有不当之处，请读者批评指正。

编者

2012年9月



目录

第一章 惊天动地的大发现	1
激光的发现	1
激光产生的基础	3
激光的重要性	5
第一台激光器是什么样子的	7
激光器的组成	9
激光的主要特色	12
揭开激光的神秘面纱	18

第二章 激光在生活中的形象23

CD唱机和CD唱片23

激光的表演天赋26

激光电影的秘密28

激光的防伪能力30

激光打印机的工作原理32

激光在光纤通信方面的应用35

条形码离不开激光38

激光与绘图的紧密关系40

第三章 科技离不开激光42

激光显微镜的研制42

X射线激光显微镜的突出点43

共焦激光扫描显微镜的优势44

原子力激光显微镜的发明45

激光分析术的功劳46

激光镊子的诞生49

无性生殖激光手术的贡献51

激光控制化学反应的原理52

激光与碳元素·····	53
文物鉴定的好助手·····	55
海上养殖场·····	56
激光在交通中的作用·····	58
激光在文化领域的重要身份·····	61
激光在食品方面的应用·····	66

第四章 医学少不了激光·····68

激光手术刀·····	68
激光可以整容·····	71
激光让眼睛重新亮起来·····	73
激光在心血管方面的未来·····	76
全新的血小板功能诊断方法·····	78
激光的细胞分类功能·····	80
激光的治牙功能·····	82

第五章 激光立下的检测功劳·····84

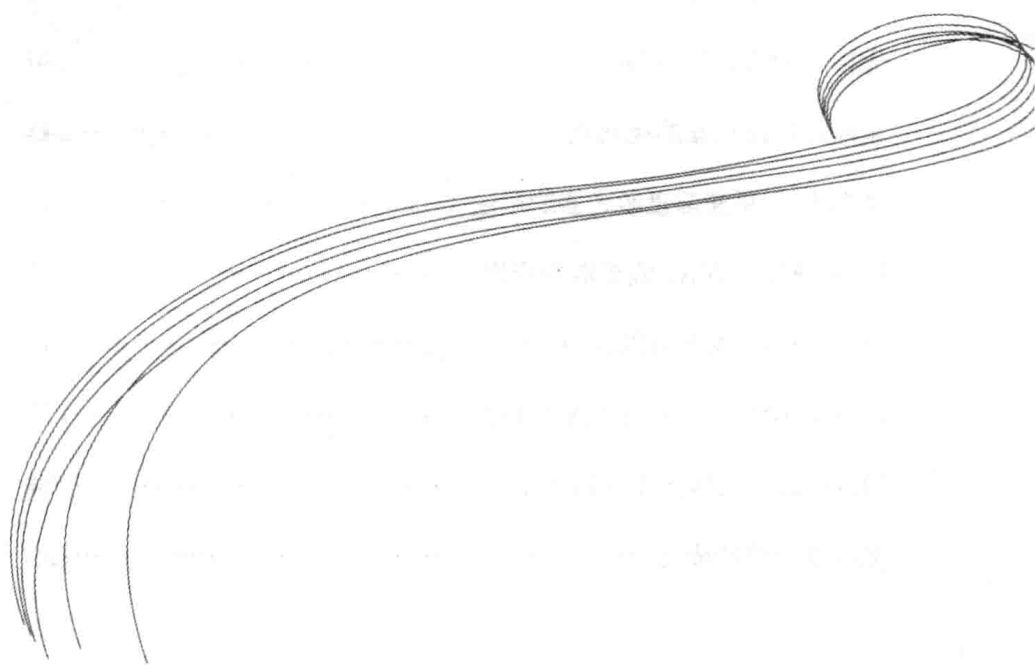
激光测距是怎么回事·····	84
图像激光雷达的贡献·····	86

激光在测量方面的用途·····	89
激光全息测量技术的问世·····	93
通晓大气污染的激光雷达·····	97
激光陀螺的广泛应用·····	102
激光在光纤放大器中的作用·····	105

第六章 激光器的千姿百态 ····· 107

半导体激光器的实际用处·····	107
激光的漫长史·····	112
激光为何令人着迷·····	117
有关激光器的知识·····	121
半导体激光器有多少种·····	126
固体激光器的原理与结构·····	140
泵浦固体激光器的优缺点·····	143
高功率LD泵浦圆盘激光器的用途·····	145
LD泵浦Nd:YAG激光器的应用·····	147
LD泵浦固体激光器的优点·····	149
LD泵浦微片固体可见光激光器的应用·····	152
LD泵浦UV固体激光器取代了谁·····	154
光纤激光器的成功之处·····	156

光纤放大器的问世·····	158
双包层光纤激光器的基本结构·····	160
特殊的光纤激光器·····	163

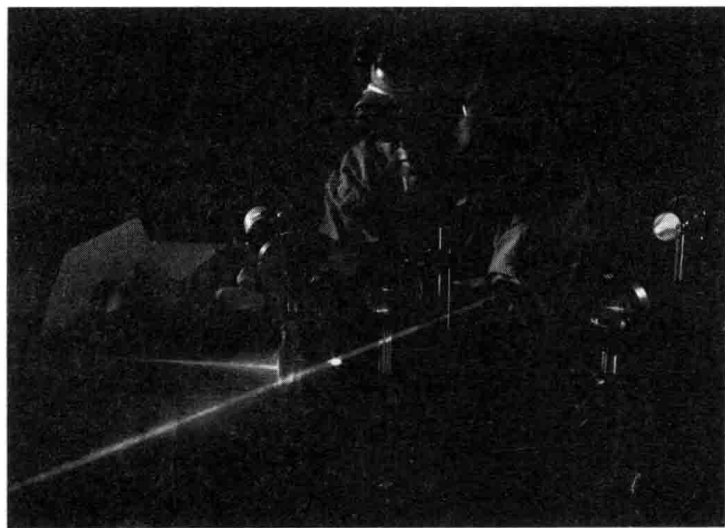


第一章 惊天动地的大发现

激光的发现

激光的英文名字是“laser”，是“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”的首字母缩写，意为“通过受激发射光扩大”。激光与普通的阳光、烛光、灯光所发出的光(或称荧光)不一样。研究表明：光具有波粒二象性，即既可把光看作是一种频率很高的电磁波(10^{14} 赫兹)，也可把光看成是一个粒子，即光量子，简称“光子”。光子能量为 $h\nu$ ， h 为普朗克常量， ν 为光的频率。 $\nu=c/\lambda$ ， λ 为光的波长。一般情况下，光由许多光子组成，在荧光中，光子与光子之间，毫无关联，即波长不一样、相位不一样、偏振方向不一样、传播方向不一样。而在激光光束中，所有光子都是相互关联的，即它们的频率(或波长)一致、相位一致、偏振方向一致、传播方向一致。激光就好像是一支纪律严明的光子部队，行动一致，因而有着极强的战斗力！而普通的太阳光、灯光、烛光，则是一支无组织、无纪律的光子部队，各光子都是散兵游勇，不能做到行动一致，因而缺乏战斗力。这就是为什么许多事情激光能做，而阳光、灯光、烛光不能做的主要原因。

激光器是1960年发明的，第二年，中国也研制成功了第一台激光器。这一具有极高亮度、极好单色性和极好方向性的新型光激的出现，开创了一个光学新时代，在学术界引起了强烈反响。但是，直到1964年底，中国



激光

还没有为它起一个统一的、大家认同的名字。当时，有人根据laser的发音称它为“莱塞”或“镭射”，中国台湾、香港和若干东南亚国家至今还在应用这名词；有人根据laser的英文含义，称它

为“光受激发射放大器”；也有人根据这种新光源是从微波激射器演变而来的这一历史事实，把它称作“光激射器”。此时，还有“光量子放大器”、“光量子振荡器”等。同一样东西，叫法如此之多，会造成混乱，不利于学术交流，也不利于发展激光技术应用。1964年12月，中国著名科学家钱学森给《光受激辐射》杂志编辑部写信说：“我有一个小建议，光受激发射这个名称似乎太长，说起来费事。能不能就称‘激光’？”钱教授的建议在全国第三届光受激辐射学术会议上得到了全体代表的赞同，从此，在中国的学术论文、新闻报道中，就统一使用激光、激光器这样的名称了。

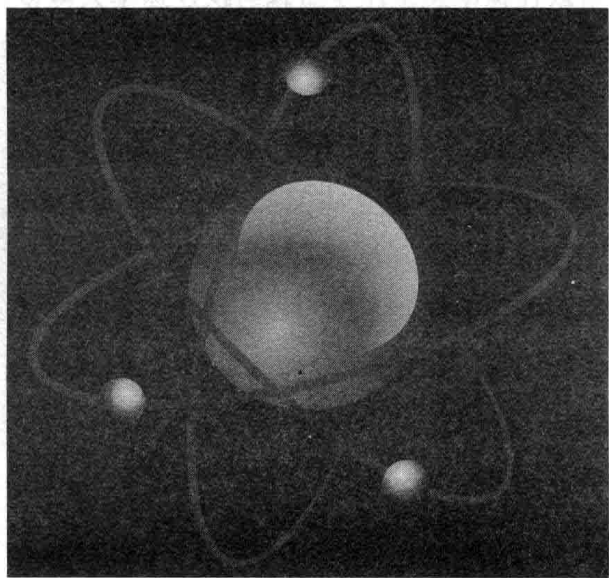
简单地说，激光就是由受激辐射所产生的光，激光光束中的所有光子都是相互关联的，用科学术语表达就是：激光是单色性、方向性极好、亮度极高的光源，有着许多普通光源所没有的迷人特点，从而，在人类生活各领域，在国民经济各部门开辟了许多新应用，为社会进步已经、正在和将要做出不可估量的贡献。

激光产生的基础

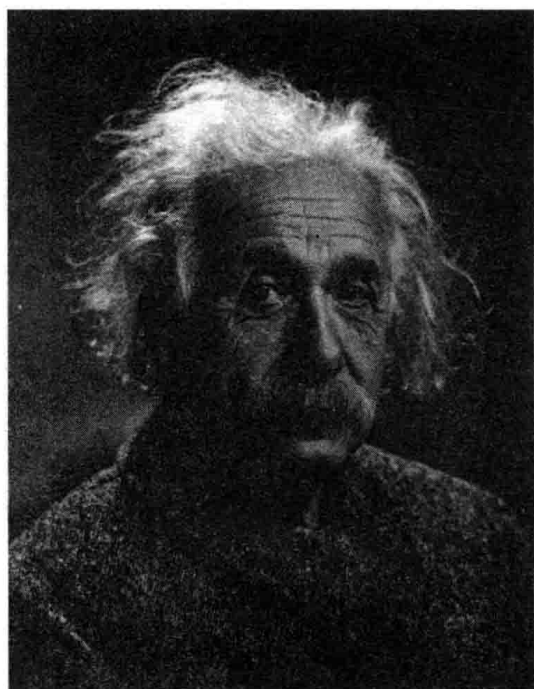
大家知道：原子是由原子核和电子组成的，原子核较重，带正电，位于原子中心；电子较轻，带负电，绕核不停地运动。研究表明，电子只能在一定的原子轨道上运动，对于不同的轨道，电子具有不同的能量。

当外来光子的能量大于或等于原子的两个能级差时，就会把原子从低能态激发到高能态，这个过程称为“受激吸收跃迁”，处在激发态的原子，随后又在很短(约 10^{-7} 秒)的时间内，返回基态，或较低能态，并伴随着发出光子。处于激发态的原子在没有受到外来光子作用而跃迁回低能态，并同时发出光辐射的过程称为“自发辐射跃迁”，它产生的光辐射称为“自发辐射”，或称“荧光”。

1916年，著名物理学家爱因斯坦在研究光辐射



原子结构示意图



爱因斯坦

与原子相互作用时发现：除了受激吸收跃迁、自发辐射跃迁这两种过程之外，还存在第三种过程——受激辐射跃迁，即在能量相应于两个能级差的外来光子作用下，会诱导处在高能态的原子向低能态跃迁，并同时发射出能量相同的光子。由受激发射跃迁所产生的光子具有如下特性：它的频率、相位、传播方向、偏振方向，都与诱导产生这种跃迁的光子相同，也就是说，受激辐射具有很好的相干性和方向性。

受激辐射是产生激光的基础，如果没有受激辐射，就没有激光。但是，由于在普通光源中，自发辐射跃迁速率总是比受激辐射跃迁速率大得多，因而所产生的光辐射大部分是自发辐射。正是由于这个原因，爱因斯坦当初提出的受激辐射概念并没有受到人们的高度重视。

激光的重要性

爱因斯坦从理论上阐明了受激辐射的存在，现实生活也使人们认识到相干光的重要性。

在第二次世界大战中，雷达所起的杰出作用给科学家们留下了深刻的印象，以致在战争结束后，人们对雷达的研究工作一刻也没有停止过。雷达不仅在军事上有重要应用，而且在国民经济建设中，如气象预报、飞机和轮船导航等也

是非常重要的工具。雷达的空间分辨本领，即能区分的最小物体长度，与使用的电磁波波长 λ 有关， $\theta = 1.22 \lambda / D$ ，其中 θ 为电磁波的衍射角， D 是电磁波束的直径。波长

长的电磁波，衍射



美国EA—6B雷达电子战飞机

角大，空间分辨率低。比如，用波长为1米的雷达可区分长度为10米的物体，那么用波长为1毫米的电磁波就能区分长度为1厘米的物体。但是，要得到波长为厘米或毫米的单电磁波非常困难，因为制造相同尺度的电磁波振荡器，加工很难，而且所能得到的电磁波功率也不高。

20世纪50年代初，汤斯(C.H.Townes)在研究毫米波和亚毫米波电磁辐射时，就遇到了很多困难，为了摆脱困境，他大胆设想用原子、分子做电磁波振荡器，用这样的振荡器，可产生微波，甚至可见光波段的相干辐射。一个原子、分子振荡器产生的电磁波辐射强度固然很弱，但如果大量分子、原子振荡器能够统一行动，以相同的相位发射相同波长的电磁波，就能获得很强的单色相干电磁辐射波。使各个原子、分子振荡器“统一行动”，要应用的就是上述受激发射原理。汤斯按照这个思想，在1954年成功地研制出了氨分子振荡器，发射波长为1.25厘米。这种振荡器被命名为“maser”(微波激射器)，它发射的电磁辐射频率非常稳定，可以用作频率标准(即原子钟)，它的噪声极低，可以用作高灵敏度放大器。此后，人们又研制成用固体物质(如红宝石晶体)做成的微波激射器，能在极低的温度下工作，噪声更低，几乎是零。

微波激射器的研制成功，激起了许多物理学家开拓更短波长相干辐射的热情，肖洛(A.L.Schawlow)和汤斯联手合作研究，于1958年12月在《物理学评论》杂志上发表了题为《红外和光学激射器》的论文，首次论述了获得激光的可能性和实验方法。相似的建议也由前苏联的普洛赫罗夫(Prohorof)和巴索夫(Basov)提出，他们都获得了1968年的诺贝尔物理学奖。