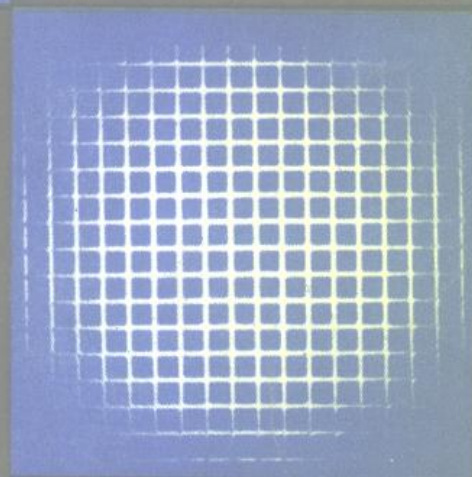
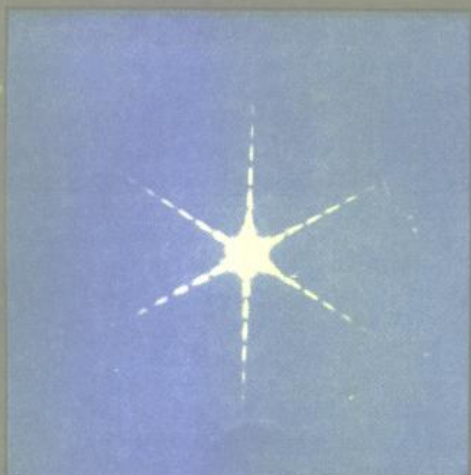


〔美〕T·卡拉德 著

松竹丰 译



激光演示实验

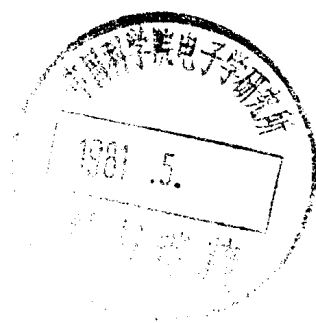
人民教育出版社

73.7713
162
2/

激光演示实验

〔美〕T. 卡拉德 著

松 竹 丰 译



人民教育出版社

1109322

内 容 简 介

本书介绍光学教学用的演示实验,从反射折射定律,到新近的全息技术,大小一百多项,全部采用毫瓦级的氦-氖激光器作为光源。可供高等院校光学教学和有关实验工作者参考。

中译本责任编辑:曹建庭

0503/57
T. Kallard

EXPLORING LASER LIGHT

Laboratory Exercises and Lecture Demonstrations

Performed with Low-Power Helium-Neon Lasers

Optosonic Press 1977

激 光 演 示 实 验

[美] T. 卡拉德 著

松 竹 丰 译

*

人民教育出版社 出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 15.25 字数 240,000

1980 年 6 月第 1 版 1981 年 2 月第 1 次印刷

印数 00,001—7,000

书号 13012·0475 定价 1.15 元

序 言

本书的目的有二：第一，叙述一些最近出现的光学实验，第二，指出有可能用新的简化的方法来做一些古老的光学实验。本书并不是所有已知的光学实验的详尽的手册，而是光学实验的选集。尽管如此，书中仍然探讨了范围很广的各种各样的光学分支，读者可从其中选择他最感兴趣的那些材料。

例如：出现了激光器。过去用普通光源难于做成的许多光学实验用激光器作光源就容易做成。当激光器与大屏幕闭路电视结合使用时，许多古老的、困难的光学演示不仅容易做成功，而且可供许多观众观看。现在小功率连续波氦-氖气体激光器已经是认真地从事光学实验的人最可靠的工具之一。

氦-氖激光器也在科学教育中起着辅助的作用。它可用于各种水平的教育中：从基本的中学物理实验室到大学的许多实验设备中。本书探讨了氦-氖激光器的性质，并把它们用于课堂演示，教学实验室及课外作业用的光学实验中。本书并不是向读者提供一本烹调全书式的手册，而是提出建议和指出方法。书中列出了有关的公式以帮助记忆，在适当的地方，给出了参量的数值。大量使用了原理图以进一步帮助实验者。

本书并没有忽略费用的问题。书中所列出的实验在设计上都尽量做到使所需设备的费用最少。许多元件都可作为剩余零件买到，而且实验是在定性基础上选择的，使在篇幅许可的范围内，让读者能尽量多接触到光学原理及光学技术。作者希望本书能激起读者的兴趣，诱导读者更深入地去钻研教科书及期刊以作进一步研究。

“为进一步阅读”而提出的“参考文献”能帮助读者更详细地研究书中涉及到的任何一个专题。参考文献中往往包括评论性的及指导性的论文。有关书籍列于本书末尾的广泛的参考书目中。其中列出了作者、书名、出版处及出版年月。

如果本书证明是一本有用的书，则随着新的实验设计出来以及新的发展的出现，将陆续编纂类似的各卷。欢迎来自读者的批评及建议。批评及建议请寄到出版处。在以后的版本中，如果采用了新的实验，其荣誉全部归于新实验的研究者。

作者感谢本书准备过程中曾经给予指教、帮助及提供资料的许多人。特别要感谢那些如此慷慨地提供设备、原材料、数据及插图的厂家。

T. Kallard

目 录

1. 引论	1	17. 激光光学锤规	39
A) 什么是激光器?	1	18. 声学的视觉显示	40
B) He-Ne 气体激光器是怎样工作的?	1	19. 聚焦光束在宽平面场中扫描	42
C) 激光的性质	2	20. 折射率测量	43
D) He-Ne 气体激光器的解剖	3	A) 矩形玻璃块的折射率	43
2. 激光安全	6	B) 透明液体的折射率	44
3. 设备的保管及维护	7	C) 玻璃棱镜的折射率	44
4. 光具座及基本附件	7	D) 用半圆透明塑料容器测量液体的折 射率	45
5. 激光功率表及探测器	9	21. 测量小楔形角的“双光点”技术	45
6. 探索性实验	12	22. 弯曲及跳动的激光束	46
A) 色	12	23. 折射率梯度的记录及测量	47
B) 散射	12	24. 直接影的演示(阴影图)	48
C) 激光束的扩展	13	25. 利用自动准直测定凸透镜的焦距	49
D) 光束强度	13	26. 激光束产生圆锥截面	50
7. 三角距离测量	14	27. 发光喷泉	51
8. 激光调准——X-Y 位置指示器	14	28. 利用全反射遭破坏观察指纹	51
9. 转盘光学台	17	29. 激光透过全反射界面的演示	52
10. 转盘实验	18	30. 用平行平板作光学测微计	53
A) 反射比和透射比	18	31. 双楔移束器	54
B) 反射镜实验	19	32. Mascelyne 型移束器	54
C) 折射实验	22	33. 激光束导向器	55
D) 内反射及临界角	23	34. “滑动透镜”式测距仪	55
E) 棱镜实验	24	35. 控制激光束的压电陶瓷弯曲器元 件	57
F) 半圆体实验	27	36. 激光频闪观测器	58
G) 透镜实验	28	37. 在激光束上传送声音及电视图 象	59
11. 分束器	29	38. 光速测量	61
12. 测量转子轴振动的装置	32	39. 扩展激光束的方法	63
13. 光杠杆	33	40. 用望远镜作激光束扩展器及准直	
14. 遥读转速计	34		
15. 小凹面镜曲率半径的近似求法	35		
16. 蜷线图	36		

仪.....	63	64. 空气楔的薄膜干涉现象.....	105
41. 透镜-针孔空间滤波器	65	65. 干涉计量式温度监测.....	106
A) 调准步骤.....	66	66. 迈克耳孙干涉仪.....	107
B) 视觉调节.....	66	67. 偏振光的干涉(菲涅耳-阿喇戈原	
C) 用光度计调节	67	理)	109
42. 测量胶质溶液的浓度或水中污物		68. 用迈克耳孙干涉仪测量气体折射	
的含量.....	68	率.....	110
43. 简单的偏振演示.....	70	69. 迈克耳孙干涉仪用于振动分析.....	113
A) 激光的偏振	70	70. 演示马赫-曾特尔干涉仪和雅满干	
B) 控制亮度.....	71	涉仪.....	114
C) 半波推迟板对偏振光的作用	72	71. Sagnac 三角形干涉仪	116
D) 四分之一波片和圆偏振光.....	73	72. 点衍射(“Smartt”)干涉仪	119
E) 反射和折射产生的偏振——布儒斯特		73. 法布里-珀罗干涉仪	121
定律	75	74. 表明时间和空间相干性的演示.....	122
F) 寻找无标记起偏振器的透射轴	77	A) 迈克耳孙干涉仪和时间相干性	123
44. 光的散射及偏振.....	77	B) 杨氏双缝干涉仪和空间相干性	123
45. 双折射引起偏振.....	78	75. 激光斑纹现象.....	125
46. 会聚光下晶体图样的投影.....	79	A) 无规干涉场	125
47. 使用液晶的光学实验.....	80	B) 激光斑纹效应	125
48. 向列型液晶偏振旋转器和退偏振		76. 动态散射效应.....	126
器.....	83	77. 用激光斑纹检查眼睛的方法和操	
49. 排列相的畸变(DAP 效应)	84	作.....	128
50. 扭转式向列效应.....	85	78. 用激光斑纹检查振动.....	129
51. “主客”效应.....	86	79. 利用激光斑纹检查振动物体.....	130
52. 液晶温度探测器.....	87	80. 斑纹-切变干涉量度术	131
53. 干涉和干涉仪.....	88	81. 用激光斑纹测定成象平面和焦距... ..	133
54. 产生干涉的杨氏双缝法.....	89	82. 光学多普勒雷达.....	134
55. 菲涅耳双棱镜干涉.....	90	83. 激光多普勒速度计.....	136
56. 洛埃镜条纹的演示.....	92	84. 销售点标读.....	139
57. 用平行平面玻片作干涉演示.....	93	85. 散射光的干涉.....	142
58. 测量平行度和小楔角的干涉仪.....	95	86. 演示衍射光线的光路.....	143
59. 用细玻璃管作干涉演示.....	96	87. 泊松-阿喇戈光斑	143
60. 干涉计量法检验平整度.....	97	88. 照相法制作衍射光孔和掩模.....	144
61. 牛顿环演示.....	100	89. 进行夫琅和费衍射实验的简单光	
62. 准直检验器.....	101	学系统.....	146
63. 干涉法测厚.....	103	90. 爱里斑.....	149

91. 菲涅耳衍射实验.....	150	103. 制作全息图的要求和材料	176
92. 衍射图样.....	153	A) 光源	176
93. 用一个刻线板测量光的波长.....	157	B) 记录媒质.....	177
94. 用衍射方法量测一根头发的直径...	158	C) 系统的稳定性	180
95. 衍射折射计.....	159	104. 制作光学衍射光栅的干涉计量方	
96. 电学上可控的衍射光栅.....	160	法	181
97. 利用超声波产生光的衍射.....	162	105. 制作波带片的光学方法	183
A) 演示声-衍射的图样的装置	162	106. 经济的全息术	185
B) 在液体中用超声波观察光的衍射和在		A) 二维全息术	186
不同液体中测量声速的德拜-西尔斯		B) 三维全息术	188
方法	163	107. 360°全息图	194
C) 在非涅耳衍射区中使超声驻波具体可		108. 全息图的多次记录	195
见的 Hiedemann 方法	163	109. 随机偏置全息图	197
D) 采用由于衍射谱叠加的次级干涉的		110. 制作傅里叶全息图	198
Hiedemann 方法把超声波阵面的轮廓		111. 全息术的一些应用	200
投射到一个屏上	164	A) 单曝光全息干涉量度术	201
E) 演示被超声行波所衍射的光的强度		B) 双曝光全息干涉量度术	202
分布	165	C) 时间平均全息干涉量度术.....	202
F) 用暗背景方法使超声位相光栅可见 ...	165	112. 薄膜光波导	204
G) 超声的光-调制系统	166	113. 附录:	207
98. 无透镜自成象(傅里叶成象).....	167	A) 照相图片.....	207
99. 电子显微镜的光学模拟.....	170	B) 器材供应者	212
100. 空间滤波实验	171	114. 参考书目	216
101. 全息术	173	115. 内容索引	223
102. 全息图的性质	174		

1. 引 论

A) 什么是激光器?

“激光”的原义是:通过辐射的受激发射产生光的放大。因此,激光器是一种产生并放大光的器件。受激发射的机理是爱因斯坦在 1917 年提出的。激光器可产生紫外光、可见光、或红外光等光谱段的能量。第一个连续工作的(C.W.——连续波)氦-氖激光器是 1961 年 2 月由贝尔电话实验室的查凡、本奈及赫利奥特等人发表的。氦-氖激光器能产生高强度的、相干的可见光束,其波长为 6328 埃 ($\text{\AA}$),或者用其它长度单位表示,为 632.8 纳米 (nm)。本书中所包含的全部实验及课堂演示都是利用小功率连续波 He-Ne(氦-氖)激光器进行的。

B) He-Ne 气体激光器是怎样工作的?

描述激光器最简单的方法是把器件与射频振荡器比较,无需深入到与激光器工作有关的数学及量子理论中去。

电子振荡器(图 1)有四个主要部分:(1) 放大器,(2) 共振反馈网络,(3) 输出耦合端口,(4) 电源。激光器的对应部分,如图 2 所示。这里,放大器是一个玻璃管,其中充有氦及

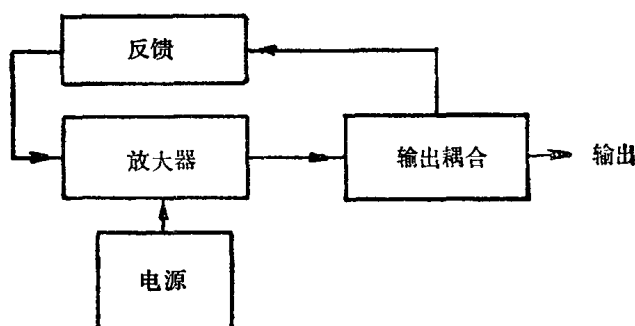


图 1

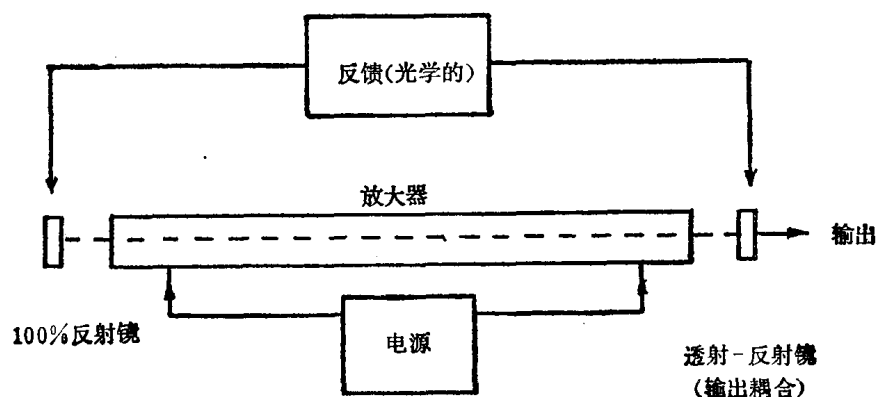


图 2

氖的混合气体, 氖气为活性激光材料。当激光器的能源(“泵”)输送的能量足以使充气管发生连续的辉光放电时(正如霓虹灯以放电作泵激一样), 氖原子通过与氦原子碰撞被激发到较高的能态。当氖原子返回到它们的低能态时, 它们以某种波长的光的形式放出能量。在这个例子中, 波长为 632.8 纳米, 在可见光谱的红光部分。光输出是随机的, 向所有方向同等地散射。这种光的一部分透过玻璃管的侧壁损失掉, 而沿管中心轴方向传播的那部分光, 触发其它已激发的氖原子, 产生更多的相同波长的光能。

激光管放在由两块反射率很大的反射镜组成的光学空腔中; 两反射镜面对面地放置在中心轴线上。起始的光束受到镜面的反射, 在光束来回反射期间, 光束的能量逐渐增加, 最后增加到有足够的能量通过反射率最小的镜子射出。这样逸出的光构成了有高度方向性的激光束。因为在 He-Ne 激光器中, 光束每通过两镜面间空间一次, 光放大只有 1.02, 因此, 所有的损失必须保持在 2% 以下。透光镜的涂层必须使逸出的光不超过产生的光的 1%。因此, 射出的光束的强度还不到镜面间光束强度的 1/100。

因为激光管及反射镜组成光学共振腔, 所以在两面镜子上连续两次反射之间的光程长度, 必须是波长的整数倍以产生波的加强。镜子准确调准时产生的光束, 其强度分布由光束的中心向光束边缘逐渐减小; 在光束截面上, 光通量密度图样是理想高斯型的。这个图样——一个圆盘状区域——产生一个光点。这样的光称为“单模”, “单相”, 或 TEM_{00} 模式。 TEM_{00} 表示法来源于横电磁波模式。

TEM_{00} 模式具有许多性质, 正是这些性质使它成了最合适的工作模式。 TEM_{00} 光束的发散角最小, 可聚焦成尺寸最小的光点。而且, TEM_{00} (单相!) 模式和高次模式不同, 它在光束截面上没有任何相移或倒相。它是完全空间相干的。在干涉量度应用中及全息照相中这是一个很重要的考虑。

C) 激光的性质

激光不同于一般的光, 它有四个独有的特点。激光器之所以成了一种有用的工具, 正是因为它具有这些特点。这些特点是: (1) 它具有高度的方向性, (2) 相干性, (3) 亮度大, (4) 单色性。

1) 激光之所以具有高度的方向性, 是因为只有在镜子之间沿轴线传播的光才能由激光器射出。射出的光束自然地具有良好的准直性及高度的方向性, 因而在需要光高度集中在一定方向上的应用中, 它是很有用的。

2) 激光的时间及空间相干性是以前不可能得到的一种性质。正是这种性质使激光器成为一种很重要的光源。只有半波长的整数倍正好等于两镜子之间距离的光, 才允许由激光器射出, 因此, 在两镜子之间建立起驻波, 而每个光粒子与其它光粒子是同步的(in step)。因为激光器产生的光可以认为是每秒振荡约 10^{14} 次的波, 这样的波要有相干性必须满足两个条件: (1) 它必须是非常接近单频率的波(频率范围或谱线宽度必须很小), 如果这个条件满足, 则称光具有时间相干性。(2) 波阵面的形状必须不随时间改变。(波阵面定义为位相相等的点所组成的面。点光源发射球面波阵面, 完全准直的光束具有平面波阵面)。如果这第二个条件成立, 则称光具有空间相干性。

3) 强度和单色性是紧密相关的。因为激光器只增强一个频率的能量,它的每波长区间的总功率要比由其它光源可能得到的功率大的多。这只是因为它的单色性较好。

4) 单色性是放大器的通频带狭小加上共振反馈反射镜的选择性产生的结果。例如, He-Ne 激光器发射的红光波长是 632.8 纳米,可使波长变化的范围限制在很小的波段,例如由 1 纳米到 10 纳米,从而产生色纯度很高的光。这样的光大致上可叫做“单色”光。如果我们说 633 纳米的单色光,意思就是指围绕 633 纳米有一小的波长范围。

D) He-Ne 气体激光器的解剖

1) 等离子体管

等离子体管是一根长的毛细管,管的直径为 2 毫米,放在严密封闭的直径为 1 英寸的外管中。中央的毛细管中充有约 85% 的氦气、15% 的氖气的混合气体,气压约为 $1/300$ 大气压。在毛细管中的混合气体上加上直流高电压,在毛细管中就出现产生光束的激光作用。由于供给电能,每个原子中的电子受到激发,由正常的基态能级轨道改变到能级较高的更大更复杂的轨道。在激发态停留一短时间后,电子自发地返回到它们原来的状态,可以观察到氦、氖两种气体的特征光谱。因为每个原子发射出它新近获得的能量,这样就产生了氦气的特征蓝光以及我们熟悉的氖气的红色辉光,这些光都可在激光管中看到。必须注意:不要窥视激光器!用一张薄纸放在靠近激光器出射窗的光束路径上来观察光色。

虽然氖气在它的电子由较高能级落回到基态时发射几种不同波长的光,然而位于可见光范围内的最强的辐射之一(632.8 纳米)则是轨道电子由 $3S_2$ 落到 $2P_4$ 能级时产生的。当氖原

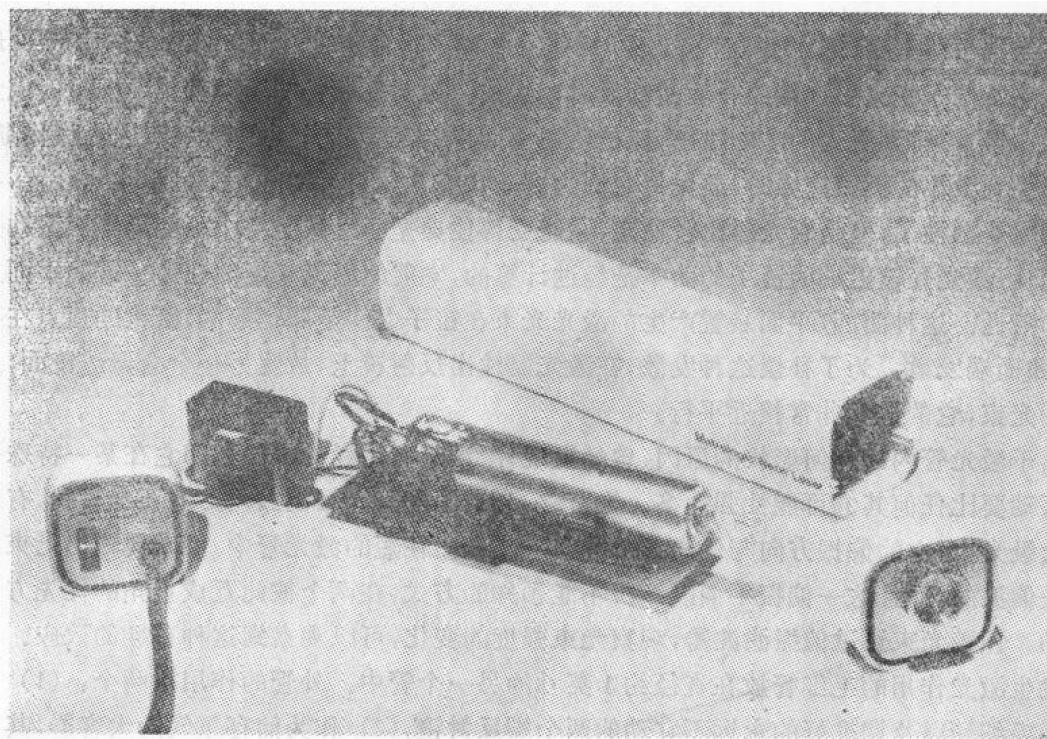


图 3 激光器部件图

子之一发生这种特殊的跃迁时，就有一个光子通过激光管。在光子通路上的其它激发的氖原子因受激而发生相同的跃迁。这种频率作用产生另外的同频率的辐射。这种现象叫做受激发射或受激辐射。受激发射的结果是增幅的合成波。波在到达激光管的一端时，与反射镜相遇，反射回到激光管，刺激更多的激发了的氖原子，使波的振幅进一步增加。波每通过激光管一次，波的振幅增加因子 1.02。在激光管每一端，设置一面反光镜，可在很短时间内产生大振幅的完全校直的波。

这些波是时间相干的，因为只有半波长的整数倍恰好等于镜子间距离的波才能维持振荡。这种情况与跳绳中的驻波相似。

要产生外部激光束，激光管前端的反射镜必须是一个半反射器，它反射 99% 的光，透过约 1% 的光。激光管后端的镜子反射率较高，反射约 99.9% 的光，透过的光不到 0.1%。

在制造过程中，两面镜子的敷层要仔细调节，使激光器能对 632.8 纳米的发射共振，牺牲氖气体产生的其它辐射。

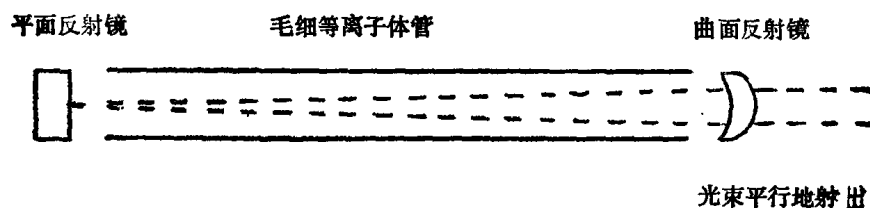


图 4 毛细等离子体管

在等离子体管中(图 4)用了“半共焦”反射镜装置。这种装置由位于激光管后端的一块平面反射镜及位于光束射出端的一块凹面反射镜组成。虽然在激光管两端都用平面镜(或大半径的曲面镜)可得到更大的功率输出，但是使用平面镜，在调准上非常困难；而且，在操作期间，激光器受到微小的机械应力时，要保持它们的调准状态甚至更为困难。采用半共焦装置，有一部分功率是牺牲了，但是激光器比较稳定，它能受得住典型学生实验室中可能出现的振动及应力。而且，激光管输出端的镜子的曲率是经过计算的，它能使激光束聚焦在另一端的平面反射镜平面附近。这种曲面/平面装置产生的激光光束在镜子之间是圆锥形的，圆锥的顶点在平面端，向曲面端发散。为了补偿这种发散，在激光器输出反射镜上，放置另一个会聚透镜面，这样产生的光束，它的边缘非常接近平行。

由于激光管内部几何形状的原因，曾经发现，激光束有这样的倾向，即它在某一特殊平面中的振动要比任何其它可能性强的多。换言之，光束倾向于椭圆偏振。另外还观察到，有时还存在次级光束，它的偏振方向与优先振动方向成直角。在短的激光管中，可发现输出光束在某时刻是偏振的，而且这一偏振平面以多少不能预知的方式，在两个彼此互成直角的优先方向之间变动。让激光束通过偏振滤波器，观察光束强度的变化，可以观察到这种有趣的效应。

发生激光作用的毛细管放在直径约 1 英寸的另一个管中。外管的作用有两个：(1) 支持内部的毛细管以及调准好的永远不宜动的两个端反射镜，(2) 作为储存氖气的大容器，其中的氖气用来补充激光器腔中氖气的损耗，因为在激光器工作期间，腔中的氖气会被阴极缓慢地吸

收。

激光器中除氖气外还有氦气,因为曾经发现,氦气可使氖气的输出增至 200 倍。当氦原子由高电压直流电流获得能量时,它们与附近的氖原子以最有效的能量转移过程发生碰撞。虽然已经发现,单是氖气本身就能提供激光作用,但是氦气与氖气以 6 与 1 之比(即约 85% 的氦气及 15% 的氖气)混合时,输出可增大至 200 倍左右。

2) 直流电源

直流电源由电网中接受 110 伏的交流电压,产生 2000 伏的直流电压。为此要用一个变压器,把 110 伏的交流电压升压到 630 伏的交流电压,它的正、负峰值电压约各为 1000 伏。固体整流器分别对变压器输出的正、负电压偏移施加作用,产生两个独立的 1000 伏的输出,然后用倍压器电路使这两个电压串联相加,产生约 2000 伏的总输出。再用一系列镇流电阻把它减小到所需的 1100 伏。为了起动最初的激光作用并使管中的气体电离,需要另一个电路来提供约 2000 伏的脉冲,在激光作用开始后,这个电路会自动断开。

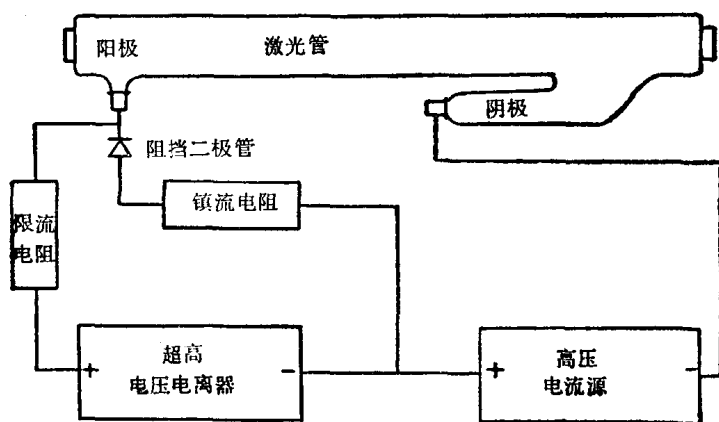


图 5 气体激光器电源

参考文献:

- Knowles, C. H., Popular Electronics p 27 (Jan '69)
Gottlieb, H. H., "Experiments Using a He-Ne Laser," Metrologic Instruments, Inc., Bellmawr, N. J. (1971)
Kruger, J. S., Electro-optical Systems Design p 12 (Sep '72)
H. Weichel and L. S. Pedrotti, Electro-opt Syst Design p 22 (Jly '76)
H. Weichel, Am J Phys v 44 p 839 (Sep '76)

2. 激光安全

强脉冲激光器用于焊接,也能用于在金属中钻孔。大功率激光器则用于外科手术,电阻修整,非破坏性试验以及甚至用于静态及动态艺术展览中。在研究生的研究工作中,越来越多地使用 10^2 — 10^{12} 瓦/厘米² 范围内的大功率激光器。因此,所有可能受到激光伤害的人,都应该具有关于激光安全的知识。

在本书中叙述的所有实验及课堂演示都可用输出在 1—5 毫瓦范围内的激光器进行。最近的研究表明,只要适当注意,即使是这一范围内(1—5 毫瓦)的功率最大的激光器,也是安全的。为学生实验室叙述的实验,从初等学校的科学到大学物理水平,其中 90% 以上可用 0.5—1.0 毫瓦范围的小功率氦-氖气体激光器进行。在本书中叙述的大部分实验中所用的 Metrologic ML-669 学生用可调激光器,它的可见光输出的标称功率为 0.8 毫瓦。这种器件属于卫生、教育、福利部为激光安全所规定的第 II 类。然而,为了保证绝对安全,特介绍如下的预防措施及安全步骤:

- 1) 处理所有的激光束时要特别注意。
- 2) 不要用肉眼或在远处用双筒望远镜或望远镜窥视激光器窗孔(甚至在关闭时)或凝视光束(在轴上)。
- 3) 不要靠太阳眼镜来保护眼睛。
- 4) 不要使激光束指向任何人的眼部附近。
- 5) 遮住所有门窗以保护过往的人。
- 6) 不要让正在工作的激光器无人照管。如果不用,要切断交流电源。
- 7) 室内工作区的照明,应在实际许可的范围内越亮越好,这样可使眼的瞳孔缩小,而且可减小由于偶然曝光造成视网膜损伤的可能性。
- 8) 在光束通路上,清除所有不必要的反射能力强的物体,如戒指,表,金属表链,有光泽的工具,玻璃器皿等。
- 9) 注意触电危险: 没有接地的框架以及没有很好绝缘的电源电缆。激光器机壳应妥当接地,而且没有保护罩不能开动激光器。
- 10) 激光器已经接入电源后,不要再对激光器等离子体管或有关的电子设备作任何调节。如果需要调节,就应首先断开电源电缆,然后使电容器放电。因为在激光器框架内,有高压下可致命的电流电平。
- 11) 在室外工作时(激光通信,光速实验等),不要使激光指向行人,不要用激光束追踪车辆或飞机。
- 12) 不要在雨里,雪里,雾里,或大量灰尘中操作激光器,因为这样可能产生危险的、不能控制的镜反射。

参考文献:

- Lloyd, L. B., Popular Electronics p41(Dec. '69)
Myers, G. E., Electro-Optical Systems Design p30(Jly '73)
Tinker R., Physics Teacher v11 p455(1973)
Weichel, H., Danne, W. A. and Pedrotti L. S., American Journal of Physics v42 p1006(Nov '74)
Federal Register v40 n148 Pt II (31Jly '75)

3. 设备的保管及维护

下面对设备的日常保管提出的建议有助于延长设备的寿命:

- 1) 为了延长等离子体管的寿命,在不用时,激光器应该关闭并切断电源。
- 2) 为了避免灰尘进入激光器机壳,激光器应保存在干燥的房子中并用塑料罩或其它适当的罩遮盖。
- 3) 如果可能,一切化学药品应放在另一个储藏室中,远离激光器及其附件。
- 4) 每次使用前,用软布,最好用高质量的透镜薄绢擦去透镜、棱镜及其它附件上的污点及指印。
- 5) 每次使用完毕后,用透镜纸或软薄绢把透镜、棱镜、玻璃片、滤光镜及所有易碰碎的附件包好放在指定的盒子中。这样很容易再找出它们,而且保管上也安全。
- 6) 不要用溶剂清洗塑料部件,偏光镜及彩色滤光镜,照相软片如全息照片、衍射光栅复制板及类似物件。

4. 光具座及基本附件

完成本书所叙述的实验及课堂演示所必需的基本部件列举如下:

部 件 名 称	说 明
激光器... (Metrologic ML-968)	0.8毫瓦学生用可调激光器;TEM ₀₀ 模式;15%调制,调制范围由50赫兹到500千赫兹;光束直径1.2毫米;光束发散角1.0毫弧度;随机偏振。
光具座...	光具座由截面为三角形的重载铝(或铸铁)制成。光具座的两边都开槽,使激光器支架及各种部件支架可用螺丝固定在光具座上。有1/4米,1/2米及1米长的光具座。
激光器支架... (可调型)	激光器支架是一个可调节的平台,它把激光器牢固地固定在光具座上。钳位螺丝把支架定位在光具座上。在支架的每一端各有一个调节螺丝,用于

部件支架...	激光束的精密定位。激光束可向上,向下,向任一側移动。
支杆架...	部件支架的底部有一个钳位螺丝,使部件支架牢固地固定在光具座上。部件支架顶部有另一个螺丝,用于把透镜、玻璃片、滤光片、载片及其它部件安装在激光束光路中。部件支架有不同的基底长度及高度。
安装用支杆...	它们是为安放不同长度的 13.7 毫米的支杆而设计的部件支架。
圆形部件支架...	支杆用来支持架上的某些附件。标准的支杆直径是 13.7 毫米,长度为 6 厘米及 12.5 厘米。支杆的一端有 $1/4" \times 20$ 的母螺纹,配以 $1/4" \times 20$ 的无头螺丝。因此,支杆可用于有公螺纹或母螺纹的部件。支杆可在支杆架上上下下调节。经常在支杆上安放一小平台,用于放置棱镜或透明容器,或 35 毫米照相机。
空间滤波器...	圆形部件支架用于安装透镜、棱镜、滤光器及其它部件。支架中有三个减震螺丝,用于在光路中精密定位。这种支架可安放直径 6 毫米 (1/4 英寸) 到 50 毫米 (2 英寸) 的部件。
(Metrologic 60-618)	透镜-针孔滤波器提供纯净的无杂波的激光束。
光度计...	光度计是用电池工作的仪器。其中包括一个硅光敏元件,一个固态放大器,一个灵敏微安计。备有输出插座,用于与带状图形记录器、外部投影表、或声频放大器系统连接。
(Metrologic 60-230)	
玻璃片...	显微镜载片,照相盖玻璃,及各种厚度的光学质量好的玻璃块(片)。
前面镜...	前面镀银的反射镜,有各种尺寸。
玻璃片分束器...	玻璃片分束器成锐角地放置在激光束中,使光的一部分透射,一部分反射,从而产生两支激光束。
立方体分束器...	两个直角棱镜胶合在一起,其中之一有薄层金属敷层。在大入射角时可得到良好的结果,同时可消除用玻璃片分束器工作时出现的“假象”。
(Edmund No. 30,329)	
棱镜组...	几个不同尺寸的 90 度及 60 度棱镜。
透镜组...	焦距由 25 毫米到 250 毫米双凸及平凸透镜。焦距为 -5 毫米及 -25 毫米的双凹及平凹透镜 (各种直径的)。直径 2—5 毫米的有机玻璃 (丙烯酸树脂的一种) 短棒,用作柱形透镜。
光学模型组...	用于转盘实验。一组 7 块的棱镜/透镜组。双凸透镜,双凹透镜,半圆盘,两个 90 度棱镜,楔形棱镜,及由有机玻璃制成的 60 度棱镜。
(Edmund No. 71,181)	
偏光滤光器...	安装时使它们能牢固地保持在部件支架中。
(一组两个)	
彩色滤光器组...	红、绿、黄及蓝色滤光片 (玻璃或虫胶片) 可插入部件支架中。
衍射光栅复制品...	用卡片衬托的透射型光栅,每英寸 13,400 条缝。
(Edmund No. 40,272)	
其它...	透镜清洁设备;白色纸板视屏;毛玻璃屏;细格图纸;玻璃容器,如鱼缸及更小的容器;刀片;细线;陶瓷磁铁 (扁平的及环形的);油灰 (非硬化的);市上可买到的全息照片。

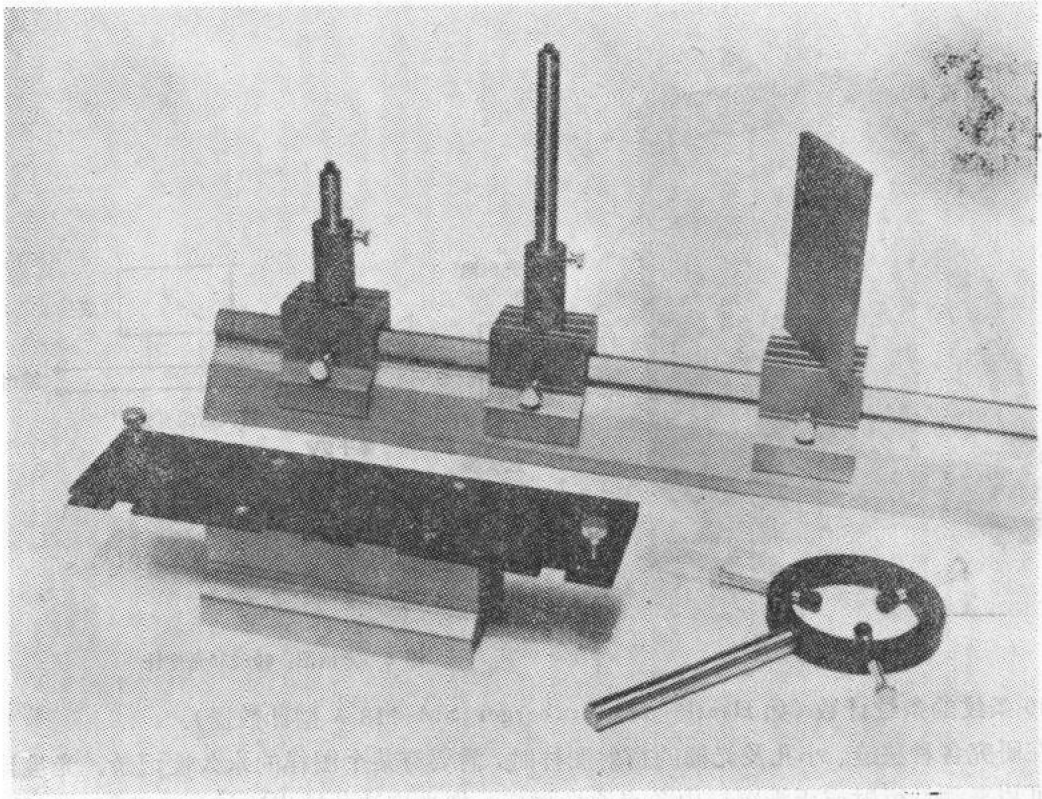


图 6 光具座、支杆架、激光器支架及圆形部件支架

5. 激光功率表及探测器

为照相或物理实验室中使用而设计的许多光探测器及光表都可对激光束作出响应，因而可在直流电及低频调制应用中用来指示光束的相对亮度。然而其中的大部分不能适应激光定量工作的要求，因为有量程上的限制、孔径的大小及其它设计因素等。

在需要适度准确的激光功率表的地方，如果还要考虑到费用，则对于本书所叙述的许多实验来说，可用 60-230 Metrologic 标度光度计。这种光度计是光电池驱动的微安表。光电池是 1 厘米²的硅电池，装在 25 毫米的圆筒中。每个光电池配备有独自の校准曲线。在用了针孔电池盖时，量程为从 0.3 毫瓦/厘米² 到 0.3 瓦/厘米² 以上。固体运算放大器用两个 9 伏电池作电源。放大器的灵敏度及频率响应也使这种装置成为实验室中一种有用的通用光探测器及放大器。光度计放大器的频率响应范围，根据灵敏度的调整，可从直流到 1 与 10 千赫兹之间。输出插塞可提供高达 5 伏的直流电压，用于大投影显示表。这种系统如图 8 所示。

在光度计的输出端可接一示波器(如 Heath/Schlumberger 50-107 A 型)来观察由直流到 10 千赫兹的信号。光度计，例如与干涉仪结合，可用来测量条纹的缓慢变化，或高达每秒

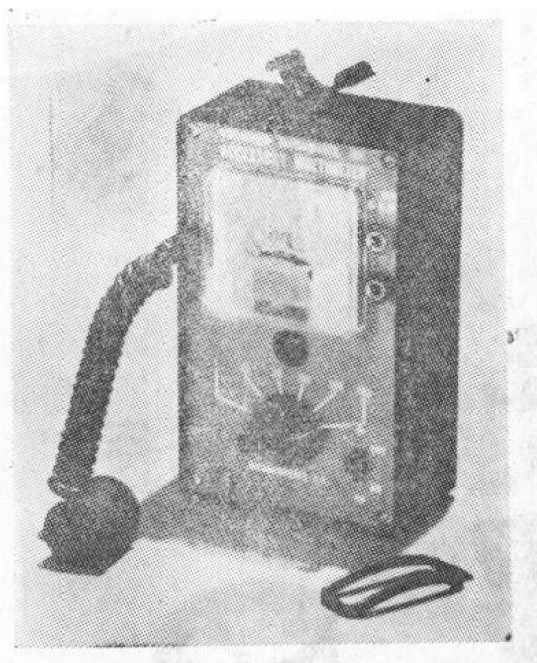


图 7 60-230光度计

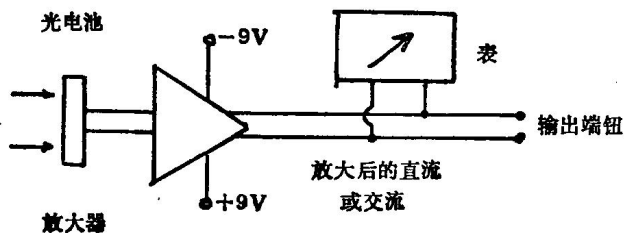


图 8 方框图: 60-230光度计

10,000 条纹的条纹计数 (如 Heath / Schlumberger SM-118 A 型计数器)。

在研究各种狭缝、小孔及光栅的衍射图样时, 需要有某个图样的永久性记录。光度计/放大器可用来测量衍射或干涉图样中各点的光强度。把光度计的输连接到带状图形记录器上 (如 Heath / Schlumberger SR-201 A 型)。光度计以缓慢的均匀的速率横向穿过衍射图样扫描。在图样的全部宽度都已记录下来时, 得到的结果是衍射图样强度电平是整个图形。

Metrologic 60-530 专用激光功率表具有 60-230 光度计的一般特点, 但是精确度更高, 光电池及放大器的灵敏度要大的多, 表头也更大。在 60-530 上, 用户可读出 1 纳瓦(nW)。这种

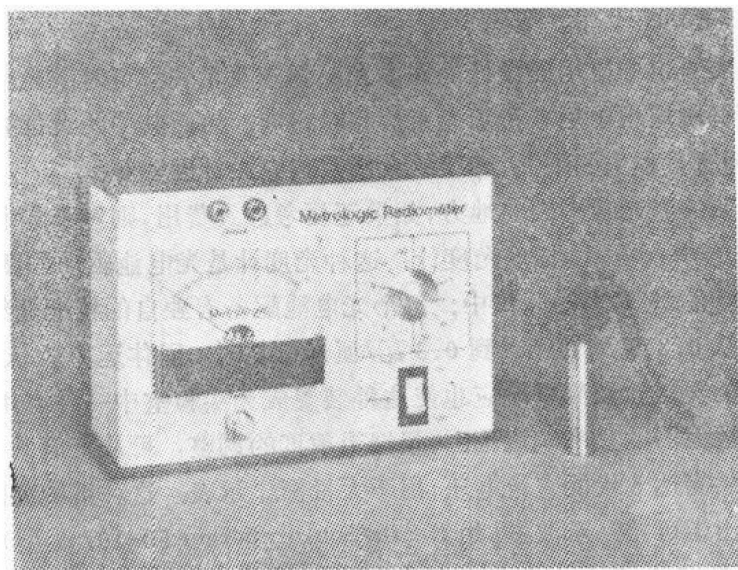


图 9 60-530 辐射计