

3-1 He-Ne 气体激光器放电条件的研究

实验的目的要求:

1. 了解 He-Ne 激光器的结构, 工作原理。通过研究放电条件对激光输出功率的影响, 了解受激辐射与自发辐射的不同。
2. 学习真空的获得、测量和充气技术。

教学内容:

1. 利用机械泵和扩散泵机组获得 10^{-5} 托的系统真空度。
2. 选取正确的配气方法, 使得 He-Ne 激光器的总压强在 4.5-5.5 托之间, He 和 Ne 的分压比在 8: 1 和 6: 1 之间。
3. 改变总压强的大小, 在不同的总压强下, 改变激光器的工作电流研究激光输出功率变化的规律。
4. 总结分析得到的结果, 看存在那些规律, 并对此作出解释。

实验过程中可能涉及的问题: (有的可用于检查预习的情况, 有的可放在实验室说明牌上作提示, 有的可在实验过程中予以引导, 有的可安排为报告中要回答的问题, 不同的学生可有不同的要求)

1. 在 He-Ne 气体激光器中是如何实现 Ne 的 6328\AA 谱线相应的上、下能级 $3S_2$ 和 $2P_4$ 之间的粒子数反转的?
2. 在 He-Ne 气体激光器中毛细管的作用是什么? 谐振腔的作用是什么?
3. 实验中, 充气之前, 系统的真空度要求是多高? 用机械泵能抽到的真空度一般是多少? 扩散泵的起动压强是多少? 为了达到所要求的本底压强, 应如何操作机械泵, 扩散泵联合机组?
4. 实验中的激光管的腔长为 23 厘米, 请问将腔长改为 5-6 厘米行吗?
5. 如何避免机械泵的返油现象?
6. 如何避免扩散泵油的氧化?
7. 扩散泵刚工作时, 系统的压强会上升, 原因何在?
8. 引导学生注意器壁上气体的脱附对系统真空度的影响。
9. 如何用隔断部分真空系统的方法来检查系统可能存在漏气的部位。
10. 教材中图 3-1-7 中的两个三通活塞都处于三通的位置, 系统的真空度不见改善, 原因何在?
11. 测量 V_1 和 V_2 的体积比时, 选用电离真空计还是 U 型管测量压强为好?
12. 如何采取正确的配气方法, 以获得要求的总压强和 He 和 Ne 的分压比?
13. 如何改变总压强的大小, 使得在 2-5 托之间能得到 5-6 个不同的总压强值?
14. 在配气过程中, 在配第二种气体之前, 先要将 V_1 中所充的第一种气体抽走, 为什么? 抽走 V_1 中所充的第一种气体时, 用机械泵还是用扩散泵, 为什么?
15. 固定一定的总压强, 测量激光输出功率随放电电流大小变化时, 请同时目测毛细管的亮度, 并对所观测到的现象作出解释。
16. 测量激光输出功率随放电电流大小变化时, 请改变串联电阻的大小, 看对结果有何影响? 为什么? 对于不同的总压强, 串联电阻的大小应如何选取?
17. 本实验中得到的 6328\AA 的激光谱线中会不会有 1.15 微米的激光?

难点:

1. 随总压强的减小, 输出激光功率峰值的位置向大电流的方向移动, 原因何在?
2. 实验中, 当 He、Ne 气体压强和放电电流保持不变时, 激光器光输出功率存在小的起伏, 原因何在?

可进一步探索的问题:

1. 改变 He 与 Ne 的分压比, 观察它对激光输出功率的影响。
2. 设计一种改进的方案, 使 He-Ne 激光器输出的光强稳定不变。