

河北大学 物理科学与技术学院《激光原理》测试题

第一章 激光的基本原理

一、简答题

1. 什么是光波模式密度？试写出真空中 ν 频率处的光波模式密度。
2. 什么是光子简并度？光子简并度与光场相干性之间是什么关系？
3. 什么是单色能量密度？若在温度为 T 的热平衡状态下，黑体辐射源在频率 ν 处的光子简并度为 $\bar{n} = \left(e^{\frac{h\nu}{k_b T}} - 1 \right)^{-1}$ ，试写出黑体辐射源的单色能量密度。
4. 光与原子相互作用包含哪三个基本过程？哪个过程是激光器的物理基础？
5. 激光器一般包括哪三个基本单元？各单元的主要作用是什么？

二、证明题

6. 在两能级原子模型中，若原子从高能级 E_2 到低能级 E_1 的自发跃迁概率是 A_{21} 。试证明原子在 E_2 能级的自发辐射寿命 $\tau_{s_2} = \frac{1}{A_{21}}$ 。

7. 对于空腔体积为 V 的立方体，试用驻波条件求证空腔 V 内的每个模式在波矢空间中占有的体积元为 $\frac{\pi^3}{V}$ 。

8. 按照驻波条件，能够稳定存在于空腔 V 中的每个模式（包含两个偏振）在波矢空间中所占的体积为 $\frac{\pi^3}{V}$ ，求证空腔 V 中处于 ν 频率附近单位频带内的模式数目为

$$N_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3}V$$

三、综合题

9. 一弱光束通过一长度为 10cm、质地均匀的激光工作物质。未加泵浦时该材料对光的吸收为 0.1 cm^{-1} 。
- (1) 请计算未加泵浦时出射光强与入射光强的百分比？
 - (2) 在均匀泵浦的情况下，如果出射光强是入射光强的 2.72 倍，试求该物质的增益系数。（假设光很弱，可以忽略增益或吸收的饱和效应）。