

第一章 光与物质相互作用基础

一、 名词解释

- 1、辐射能、辐射通量、辐射出射度、辐射强度、辐射亮度、辐射照度；（包括定义和计算方式）
- 2、光谱光视效能、视见函数；（包括定义和计算方式）
- 3、光通量、发光强度、照度；（包括定义和计算方式）
- 4、自发辐射、受激辐射、受激吸收

二、 简答及计算题

- 1、给出光子能量、动量、运动质量的表达式。
- 2、（1）光子状态的描述不同于宏观物体，对光子状态的描述有何特点？
（2）什么是光子的简并现象？
（3）给出“相格”、“光子简并度”概念。
- 3、在对热辐射的度量中，“辐射度学单位”和“光度学单位”的根本区别是什么？
- 4、（1）在自发辐射过程中，高能级粒子数的变化规律是什么？给出其推导过程。
（2）在自发辐射过程中，辐射光强的变化规律是什么？给出其推导过程。
- 5、什么是跃迁过程中的谱线加宽现象？“没有绝对的单一波长的光波存在”这句话如何从能级跃迁的角度给以说明？
- 6、（1）什么是辐射谱的线型函数？其物理意义是什么？
（2）“均匀加宽”和“非均匀加宽”如何定义？
（3）“碰撞加宽”属于均匀还是非均匀加宽？其起因是什么？
（4）解释气体分子中由于多普勒效应引起的辐射谱线的非均匀加宽现象。
（5）写出均匀增宽与非均匀增宽线型函数的 $\Delta\nu_N$ 与 $\Delta\nu_D$ 的表达式，以及在半宽频率处的 $g(\nu)$ 的表达式。
- 8、（1）在 $T=1500K$ 的热平衡空腔中，腔内折射率 $n \approx 1$ ，求 $\lambda = 0.5\mu m$ 的可见光的自发辐射功率与受激辐射功率之比。
（2）要使受激辐射功率超过自发辐射，辐射场的能量密度必须大于多少？
- 9、波长为 $0.51\mu m$ 的绿光的光通量为 $100lm$ ，其视见函数 $V(\lambda) = 0.5$ ，入射到一屏幕上，求在 $1min$ 时间内该屏所接收的辐射能量。
- 10、说明 $\tau, A_{21}, \gamma, \Delta\nu$ 这 4 个量的物理意义及相互联系。
- 11、若激光器分别以 $\lambda = 10\mu m$ 和 $\lambda = 0.5\mu m$ 输出 $1W$ 的连续光功率，试求这两种

情况下，每秒钟从激光上能级向下能级跃迁的粒子数分别是多少？

- 12、设一对激光能级 E_2 和 E_1 ($g_2 = g_1$)，两能级间的跃迁频率为 ν (对应波长为 λ)，能级上的粒子数密度分别为 n_2 和 n_1 。试求
 - (1) 当 $\nu = 30000\text{MHz}$ 、 $T = 300\text{K}$ 时， n_2/n_1 的值；
 - (2) 当 $\lambda = 1\mu\text{m}$ 、 $T = 300\text{K}$ 时， n_2/n_1 的值；
 - (3) 当 $\lambda = 1\mu\text{m}$ 、 $n_2/n_1 = 0.1$ 时的对应温度。
- 13、对三种中心波长分别为 $0.5\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m}$ 和 $10\mu\text{m}$ 的光波，谱线宽度均为 1nm ，相应的频率宽度是多少？
- 14、对中心波长为 $1.5\mu\text{m}$ 的光波，频率宽度为 $3 \times 10^5\text{MHz}$ ，求相应的波长宽度。
- 15、某介质折射率 $\eta \approx 1$ ，所发射的光谱线波长 $\lambda = 1\mu\text{m}$ ，其自发跃迁几率 $A_{21} = 10^8/\text{s}$ ，求受激辐射系数 B_{21} 。
- 16、已知氦氖激光器的辐射波长 $\lambda = 0.632\mu\text{m}$ ，激光器内单色辐射能量密度为 $10\text{J}/\text{m}^3$ ，求受激辐射与自发辐射之比。(腔内折射率 $\eta \approx 1$)
- 17、已知某能级的自然宽度 $\Delta\nu = 30\text{MHz}$ ，求粒子在该能级上的寿命。
- 18、静止氖原子 $^3S_2 \rightarrow ^2P_4$ 谱线的中心频率对应波长为 $\lambda = 0.6328\mu\text{m}$ 。设氖原子分别以 $\pm 0.5c$ 的速度向着接收器运动，问接收器所接收到的频率分别是多少？