

# 河北大学 物理科学与技术学院《激光原理》测试题

## 第二章 开放式光腔与高斯光束

### 一、简答题

1. 什么是开放式光学谐振腔？开放式光学谐振腔的作用是什么？

2. 什么是光学谐振腔的模式？腔与模之间的关系如何？

3. 光腔的纵模是什么？试给出 F-P 腔中纵模的特征。

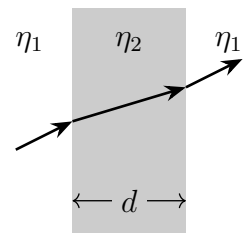
4. 什么是开放式光学谐振腔的横模？

## 二、证明题

5. 已知光腔的光学长度为  $L'$  平均单程损耗因子为  $\delta$ ，求证光子在腔内的平均寿命为  $\frac{L'}{\delta c}$ 。

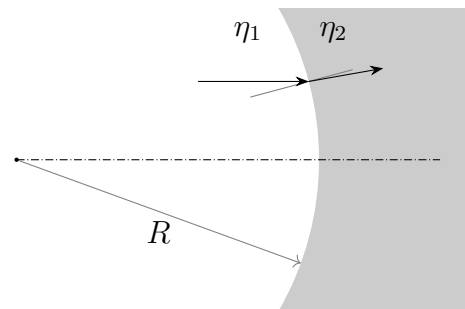
6. 试证明傍轴光线通过厚度为  $d$  的平行平面介质如右图所示，光线变换矩阵为

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{\eta_1}{\eta_2}d \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$



7. 如右图所示，求证傍轴光线进入半球面介质的光线变换矩阵为

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \left(1 - \frac{\eta_1}{\eta_2}\right) \frac{1}{R} & \frac{\eta_1}{\eta_2} \end{pmatrix}$$



8. 试用光腔的往返矩阵证明对称共焦腔为稳定腔。

9. 若一光学系统从左端面到右端面的光线传播矩阵  $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ . 求证该光学系统从右端面到左端面的光线传播矩阵可表示为

$$T' = \begin{pmatrix} d & b \\ c & a \end{pmatrix}$$

10. 某共轴球面腔左右两球面反射镜的曲率半径分别为  $R_1$  与  $R_2$ , 从左腔镜到右腔镜的光线传播矩阵可表示为

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

求证该光腔的稳定性条件可表示为  $0 < g_1 g_2 < 1$ , 其中  $g_1 = a - \frac{b}{R_1}$ ,  $g_2 = d - \frac{b}{R_2}$ 。

11. 已知光腔的时间常数为  $\tau_R$ ，求证光腔的品质因子  $Q = 2\pi\nu\tau_R$ ，其中  $\nu$  为谐振频率。

### 三、综合题

12. 某激光器的谐振腔为共轴球面腔，其中左腔镜为曲率半径为 1 m 的凸面镜，右腔镜为曲率为 2 m 的凹面镜。工作介质由长度为 0.5 m 折射率为  $\eta = 1.5$  的钕玻璃棒构成。钕玻璃棒的轴线与谐振腔轴线重合，两端面均为平面且与轴线垂直。
- (1) 请写出工作介质棒对傍轴光线的变换矩阵；
- (2) 求腔长  $L$  在什么范围内该腔是稳定腔。