

一、选择题：

1、以下说法不正确的是：

- A: 利用法布里—珀罗干涉仪可构成简单的光学谐振腔
- B: 气体激光器是采用开腔的典型例子
- C: 非稳腔具有较高的几何损耗
- D: 半导体激光器也采用开腔

2、以下说法不正确的是：

- A: 谐振腔可控制腔内振荡光束的特性
- B: 激活介质对场的空间分布的影响是次要的
- C: 腔内电磁场的本征态由麦克斯韦方程组及腔的边界条件决定
- D: 知道了腔的参数，并不能确定模的基本特征

3、平面反射镜对傍轴光线的变换矩阵为

- A: $[A \ B \ C \ D] = [-1 \ 0 \ 0 \ -1]$
- B: $[A \ B \ C \ D] = [1 \ 0 \ 0 \ 1]$
- C: $[A \ B \ C \ D] = [0 \ 1 \ 1 \ 0]$
- D: $[A \ B \ C \ D] = [1 \ 0 \ 1 \ 0]$

4、前面的讲解中，得到了往返矩阵的四个元素 A、B、C、D 的表达式。这是以哪个镜子为起始平面得到的？

- A: 镜 M_2 B: 镜 M_1

5、傍轴光线由折射率为 n_1 的介质射入折射率 n_2 的介质，其光线变换矩阵为

- A: $[A \ B \ C \ D] = [1 \ 0 \ 0 \ n_2/n_1]$
- B: $[A \ B \ C \ D] = [1 \ 0 \ 0 \ n_1/n_2]$
- C: $[A \ B \ C \ D] = [0 \ 1 \ 0 \ n_2/n_1]$
- D: $[A \ B \ C \ D] = [0 \ 1 \ 0 \ n_1/n_2]$

6、以下说法正确的是：

- A: 半共焦腔是非稳腔，半共心腔是临界腔
- B: 半共焦腔是稳定腔，半共心腔是非稳腔
- C: 半共焦腔是临界腔，半共心腔是稳定腔
- D: 半共焦腔是稳定腔，半共心腔是临界腔

7、以下说法正确的是：

- A: 半共焦腔是非稳腔，双凸腔是临界腔
- B: 半共焦腔是稳定腔，双凸腔是非稳腔
- C: 半共焦腔是临界腔，双凸腔是非稳腔
- D: 半共焦腔是稳定腔，双凸腔是稳定腔

8、对称共心腔在 g_1 — g_2 图中位于哪一点？

- A: (1, 0) B: (-1, -1) C: (0, 1)

9、今有一球面腔， $R_1=2\text{m}$ ， $R_2=-2\text{m}$ ， $L=1\text{m}$ ，则该球面腔为_____

A: 稳定腔 B: 非稳腔 C: 临界腔 D: 对称共焦腔

10、对简单共轴球面腔，往返矩阵的四个元素（A、B、C、D）的哪些量与初始出发位置及往返的行进次序无关？

A: $(A+D)$ B: $B+D$ C: $(A+D)/2$ D: $(A-D)/2$

11、腔长为 1m 的谐振腔中，有一工作物质长 0.3m ，其折射率为 1.5 ，求该腔的光学长度。

A: 1m B: 1.15m C: 0.9m

12、对 $L=100\text{cm}$ 的气体激光器（设折射率为 1 ），纵模间隔为

A: 1.5GHz B: 15MHz C: 150MHz

13、光学开腔的损耗分为选择性和非选择性损耗，以下属于非选择性损耗的有？

A: 衍射损耗

B: 材料中非激活吸收、散射以及腔内插入物所引起的损耗

C: 几何偏折损耗

14、假设谐振腔中衍射损耗引起的光子寿命为 10ns ，腔镜反射引起的光子寿命为 15ns ，其它损耗不计。则光子在腔内的平均寿命为

A: 10ns B: 15ns C: 6ns D: 25ns

15、以下说法正确的是？

A: 腔的损耗越小，腔内光子的平均寿命就越短。

B: 腔内光子寿命越长，腔的品质因数越小

C: 腔的品质因数越大，模式谱线越宽

D: 腔的损耗越小，腔的品质因数越大

16、腔内存在的纵模数与整数 q 有关吗？

A: 有关 B: 无关

17、光腔的驻波条件为：

A: 腔的长度是半波长的整数倍

B: 腔的光学长度是半波长的整数倍

C: 腔的长度是波长的整数倍

18、绝大多数中、小功率器件都采用稳定腔，这主要是因为稳定腔：

A: 衍射损耗低 B: 几何偏折损耗低

C: 腔镜反射不完全引起的损耗低

D: 材料中非激活吸收、散射、腔内射入所引起的损耗低

19、无源谐振腔的本征模式 $\Delta\nu_c$ 怎样反映腔的损耗？

A: 腔的损耗越大，光子寿命越长，线宽越小

B: 腔的损耗越小，光子寿命越长，线宽越大

C: 腔的损耗越小，光子寿命越短，线宽越小

D: 腔的损耗越大，光子寿命越短，线宽越大

20、一个激光器谐振腔的两个腔镜反射率分别为： $r_1=1$ ， $r_2=0.5$ ，则平均单程损耗因子 δ 为（仅考虑腔镜反射引起的损耗）：

A: 0.5 B: 0.25 C: 0.35

21、以下说法不正确的是：

- A: 衍射对场的空间分布产生重要影响
- B: 对称腔中，稳态场分布单程渡越就可实现“再现”
- C: 干涉对场的空间分布也产生重要影响

22、以下说法不正确的是：

- A: 纵模和横模各自从一个侧面反映了谐振腔内能自再现的光场分布
- B: 在无源开腔中，由于衍射作用，最后可形成空间相干性很好的强相干光源
- C: 谐振腔内可能存在低阶模，也可能存在高阶模

23、以下说法正确的是：

- A: 求解开腔模式只能用菲涅耳—基尔霍夫衍射积分，不能采用麦克斯韦方程组
- B: 任何形态的电磁场都能在开腔中长期存在
- C: 开腔模式的初始分布来自某种偶然的自发辐射

24、求解菲涅耳—基尔霍夫衍射积分方程可以得到一系列本征值与相应的本征函数。本征函数的模描述了：

- A: 自再现模的单程相移
- B: 镜面上场的相位分布
- C: 自再现模的单程损耗
- D: 镜面上场的振幅分布

25、对于 TEM_{00} 模，以下说法错误的是：

- A: 在镜面中心处振幅最大
- B: 从中心到边缘振幅剧烈下降
- C: 整个镜面上的场分布具有偶对称性

26、求解菲涅耳—基尔霍夫衍射积分方程可以得到一系列本征值与相应的本征函数。对非对称开腔，本征值的模量度：

- A: 自再现模的单程损耗
- B: 镜面上场的相位分布
- C: 自再现模的往返损耗
- D: 自再现模的单程相移

27、求解菲涅耳—基尔霍夫衍射积分方程可以得到一系列本征值与相应的本征函数。本征函数的辐角描述：

- A: 镜面上场的振幅分布
- B: 镜面上场的相位分布
- C: 自再现模的单程损耗
- D: 自再现模的单程相移

28、以下说法不正确的是：

- A: 平行平面腔光束方向性极好（发散角小）
- B: 平行平面腔模体积大、比较容易获得单横模
- C: 平行平面腔调整精度要求极高
- D: 平行平面腔适用于小增益器件

29、求解菲涅耳—基尔霍夫衍射积分方程可以得到一系列本征值与相应的本征函数。对非对称开腔，本征值的辐角量度：

- A: 自再现模的单程相移
- B: 镜面上场的相位分布
- C: 自再现模的往返损耗
- D: 自再现模的往返相移

30、以下说法不正确的是：

- A: 反射镜的有效形状将影响模式结构
- B: 非选择性损耗将使横截面内各点的场按同样的比例衰减，对场的空间分布发生重要影响
- C: 迭代法能加深对模的形成过程的理解
- D: 福克斯和厉鼎毅首先用计算机完成了对一些腔的计算

31、红宝石激光器，腔长 1m，工作物质充满整个谐振腔，折射率为 1.76，波长 694.3nm，对应频率 4.32×10^{14} Hz， $r_1=1$ ， $r_2=0.5$ ，求平均单程损耗因子、光子寿命、品质因数和模式线宽。

- A: 0.25, 2.3ns, 6.3M, 68MHz
- B: 0.35, 0.96ns, 2.6M, 165MHz
- C: 0.35, 1.7ns, 4.6M, 94MHz

32、下列哪个腔属于非稳腔？

- A: 平行平面腔
- B: 非对称共焦腔
- C: 对称共焦腔

33、下列哪个腔属于临界腔？

- A: 平—凹腔
- B: 平—凸腔
- C: 共心腔

34、下列哪个腔不属于非稳腔？

- A: 双凸腔
- B: 平行平面腔
- C: 非对称共焦腔

35、下列哪个腔属于非稳腔？

- A: 平行平面腔
- B: 对称共焦腔
- C: 双凸腔

36、以下说法正确的是：

- A: 非对称共焦腔是稳定腔，半共心腔是临界腔
- B: 非对称共焦腔是稳定腔，半共心腔是非稳腔
- C: 非对称共焦腔是临界腔，半共心腔是稳定腔
- D: 非对称共焦腔是非稳腔，半共心腔是临界腔

37、今有一球面腔， $R_1=1\text{m}$ ， $R_2=2\text{m}$ ， $L=4\text{m}$ ，则该球面腔为？

- A: 稳定腔
- B: 临界腔
- C: 非稳腔
- D: 对称共焦腔

38、一红宝石激光器， $L=10\text{cm}$ ，折射率 $n=1.76$ ，则其纵模间隔是？

- A: 85MHz
- B: 1.5GHz
- C: 850MHz
- D: 150MHz

39、半共心腔在 g_1-g_2 图中位于哪一点？

- A: (0, 0)
- B: (-1, -1)
- C: (1, 1)
- D: (1, 0) 或 (0, 1)

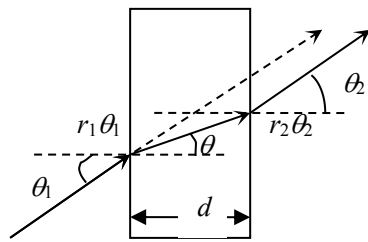
40、腔长为 1m 的谐振腔中，有一工作物质长 0.3m，其折射率为 1.5，求该腔的光学长度和等效腔长（上题中的 L_e ）。

- A: 1m, 1m
- B: 1.15m, 0.9m

C: 0.9m, 1.15m

D: 1.15m, 1m

41、如图，光线通过厚度为 d 的平行平面介质的光线变换矩阵为



A: $T = \begin{bmatrix} 1 & L_e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & d \\ 0 & \frac{\eta_1}{\eta_2} \end{bmatrix}$

B: $T = \begin{bmatrix} 1 & L_e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\eta_2 d}{\eta_1} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

C: $T = \begin{bmatrix} 1 & L_e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\eta_1 d}{\eta_2} \\ 0 & \frac{\eta_1}{\eta_2} \end{bmatrix}$

D: $T = \begin{bmatrix} 1 & L_e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\eta_1 d}{\eta_2} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

42、激光器的谐振腔由一面曲率半径为 1m 的凸面镜和曲率半径为 2m 的凹面镜组成，工作物质长 0.5m，其折射率为 1.52，求腔长 L 在什么范围内是稳定腔。

A: $1 < L < 2$

B: $1.17 < L < 2.17$

C: $0.74 < L < 1.74$

43、一 CO_2 激光器 $L=100\text{cm}$, $D=1.5\text{cm}$, $r_1=0.985$, $r_2=0.80$ 。试计算 δ_r 、 δ_d 、 Δv_r 、 Δv_d ，并由此求出腔的总损耗因子 δ 、总 Q 值及总线宽 Δv 。（设只存在上述两种损耗，波长取 $10.6\mu\text{m}$ ）

δ_r 、 δ_d 、 Δv_r 、 Δv_d 、总损耗因子 δ 、总 Q 值、总线宽 Δv 依次为：

A: 0.108, 0.047, 5.15MHz, 2.24MHz, 0.155, 3.83M, 7.39MHz

B: 0.108, 0.188, 5.15MHz, 8.97MHz, 0.296, 2.00M, 14.1MHz

C: 0.119, 0.188, 5.68MHz, 8.97MHz, 0.307, 1.93M, 14.7MHz

D: 0.119, 0.047, 5.68MHz, 2.24MHz, 0.166, 3.57M, 7.92MHz

二、简答题：

- 1、光学谐振腔有什么作用？
- 2、熟悉射线矩阵光学（即光线的传输矩阵），会进行推导。
- 3、什么是激光谐振腔的稳定性条件？
- 4、画出激光谐振腔的稳定性图，并标出几种典型的谐振腔在图中的位置。
- 5、什么是谐振腔的谐振条件？
- 6、如何计算纵模的频率、纵模间隔和纵模的数目？
- 7、在激光谐振腔中有哪些损耗因素？
- 8、哪些参数可以描述谐振腔的损耗？它们的关系如何？
- 9、如何理解激光谐振腔衍射理论的自再现模？
- 10、求解菲涅耳—基尔霍夫衍射积分方程得到的本征函数和本征值各代表什么？

三、计算题：

- 1、试利用往返矩阵证明共焦腔为稳定腔，即任意傍轴光线在其中可以往返无限多次，而且两次往返即自行闭合。
- 2、试求平凹，双凹、凹凸共轴球面镜腔的稳定性条件。
- 3、激光器的谐振腔由一面曲率半径为 1m 的凸面镜和曲率半径为 2m 的凹面镜组成，工作物质长 0.5m ，其折射率为 1.52 ，求腔长 L 在什么范围内是稳定腔。
- 4、图 2.1 所示三镜环形腔，已知 l ，试画出其等效透镜序列图，并求球面镜的曲率半径 R 在什么范围内该腔是稳定腔。图示环形腔为非共轴球面镜腔。在这种情况下，对于在由光轴组成的平面内传输的子午光线，式 (2.2.7) 中的 $F=(R\cos\theta)/2$ ；对于在与此垂直的平面内传输的弧矢光线， $F=R/(2\cos\theta)$ ， θ 为光轴与球面镜法线的夹角。

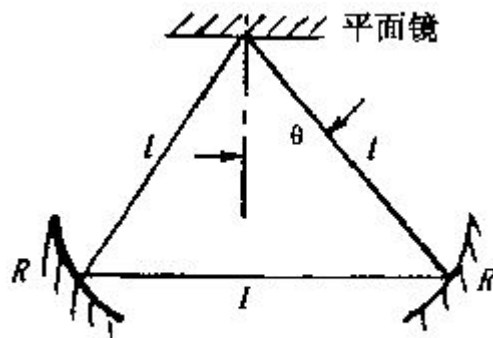


图 2.1

- 5、如下图所示谐振腔，给出该腔的稳定性条件。（提示：先求出光线通过镜面反射的变换矩阵，然后选定一个起始平面，求出光线在腔内往返一周的变换矩阵）

