

一、选择题：

1、以下关于脉冲激光器说法不正确的是：

- A：在某种意义上，长脉冲激光器也可看成一个连续激光器
- B：非稳态是系统打破原有热平衡状态到达新的稳态过程的一个阶段
- C：7.1 节求解 $n_2(t)$ 时，在 $t=t_0$ 时 $n_2(t)$ 达到最大值。这个最大值与稳态情况下得出的 $n_2(t)$ 是一样的
- D：对于短脉冲激光器，不能采用稳态速率方程求解

2、以下关于阈值说法不正确的是：

- A：激光器起振条件是小信号增益系数大于阈值增益系数
- B：不同纵模具有相同的阈值
- C：高阶横模的阈值比基模大
- D：激光器内实现粒子数反转分布时就达到了阈值

3、以下关于阈值说法正确的是：

- A：对短脉冲激光器，一般谈激光器的阈值泵浦功率
- B：任何情况下三能级系统激光器中光腔损耗的大小对光泵阈值能量（功率）的影响都不大
- C：属于三能级系统的红宝石激光器一般只能以脉冲方式工作
- D：四能级激光器和三能级激光器的阈值泵浦功率没有统一的表达式

4、以下关于激光器振荡模式说法不正确的是：

- A：增益曲线均匀饱和会引起自选模作用
- B：均匀加宽稳态激光器的输出都是单纵模
- C：由于轴向空间烧孔效应，不同纵模可以使用不同空间的激活粒子而同时产生振荡
- D：在非均匀加宽激光器中，一般都是多纵模振荡

5、以下关于激光器输出说法不正确的是：

- A：当外界激发作用增强时，激光器的输出功率增加
- B：均匀加宽激光器存在一个最佳输出透过率
- C：激光器稳态工作条件是 $0 < g_1 g_2 < 1$
- D：兰姆凹陷是非均匀加宽激光器的特点

6、下列关于兰姆凹陷的说法中错误的是？

- A：其输出功率与烧孔面积成正比
- B：激光管的气压越大，兰姆凹陷变窄、变深
- C：兰姆凹陷的宽度大约等于烧孔宽度
- D：气压高到一定程度，兰姆凹陷消失。

7、下列关于一般固体脉冲激光器输出的说法中正确的是？

- A：一个平滑的光脉冲
- B：泵浦功率越大，尖峰形成越慢
- C：尖峰序列是向稳态振荡过渡的弛豫过程的产物
- D：利用稳态速率方程可以分析该问题

8、关于频率牵引下列说法错误的是？

- A: 色散将影响有源谐振腔的模式
- B: 对均匀加宽激光器，色散使纵模频率比无源腔纵模更远离中心频率
- C: 对非均匀加宽激光器，色散使纵模频率比无源腔纵模更靠近中心频率
- D: 色散在曲线中心频率附近呈现强烈

9、低增益均匀加宽单模激光器中，输出镜最佳透射率 T_m 及阈值透射率 T_t 可由实验测出，试求往返净损耗率 a 及中心频率小信号增益系数 g_m （假设振荡频率 $\nu=\nu_0$ ）。

A: $a = \frac{T_m^2}{T_t - T_m}, g_m = \frac{(T_t - T_m)^2}{2(T_t - T_m)l}$

B: $a = \frac{T_m^2}{T_t - 2T_m}, g_m = \frac{(T_t - T_m)^2}{(T_t - 2T_m)l}$

C: $a = \frac{T_m^2}{T_t - 2T_m}, g_m = \frac{(T_t - T_m)^2}{2(T_t - 2T_m)l}$

D: $a = \frac{T_m^2}{T_t - T_m}, g_m = \frac{(T_t - T_m)^2}{(T_t - T_m)l}$

10、以下关于激光器振荡模式说法正确的是：

- A: 以均匀加宽为主的固体激光器一般为单纵模振荡
- B: 非均匀加宽激光器中不存在模竞争现象
- C: 以均匀加宽为主的高气压气体激光器可获得单纵模振荡
- D: 纵模间隔大于烧孔宽度时会产生模式竞争

11、关于阈值下列说法正确的是？

- A: 不同纵模具有不同阈值
- B: 高次横模的阈值比基模小
- C: 不同的横模具有不同的阈值
- D: 实现粒子数反转分布时激光器就可起振

12、下列有关激光器的纵模竞争哪些说法是错误的？

- A: 非均匀加宽激光器一般是多纵模振荡
- B: 均匀加宽激光器一般是多纵模振荡。
- C: 均匀加宽激光器存在着轴向空间烧孔和横向空间烧孔。
- D: 非均匀加宽激光器存在着多模共用一个表观中心频率的激活粒子的情况

13、下列关于线宽极限的说法不正确的是？

- A: 在考虑线宽问题时速率方程必须考虑自发辐射。
- B: 激光器的输出功率包括受激辐射功率和自发辐射功率两部分
- C: 线宽极限是可以排除的
- D: 减小损耗和增加腔长可使线宽变窄

14、以下说法正确的是:

- A: 均匀加宽激光器的输出一定是单纵模的
- B: He-Ne 激光器输出功率随泵浦功率线性增大
- C: 线宽极限是可以排除的
- D: 有源腔中, 由于增益物质的色散使纵模频率比无源腔纵模更靠近中心频率

15、四能级系统和三能级系统的阈值泵浦功率可统一写成:

$$\text{A: } P_{pt} = \frac{h\nu_p \delta V}{\eta_F \tau_s \sigma_{21}(\nu, \nu_0) l} \quad \text{B: } P_{pt} = \frac{h\nu_p n_{2l} V}{\eta_F \tau_s} \quad \text{C: } P_{pt} = \frac{h\nu_p n V}{2\eta_F \tau_s}$$

16、下列关于阈值说法正确的是?

- A: 当粒子反转数大于 0 时, 在激光谐振腔中能够产生自激振荡
- B: 四能级的阈值功率反比于荧光谱线宽度
- C: 三能级系统所需的阈值能量比四能级大得多
- D: 钕玻璃激光器可以连续工作

17、下列哪个特性不属于非均匀加宽激光器?

- A: 烧孔效应
- B: 兰姆凹陷
- C: 单纵模振荡
- D: 多普勒加宽

18、下列说法不正确的是:

- A: 均匀加宽激光器中的模式竞争包括增益曲线均匀饱和引起的自选模作用
- B: 激光器的效率通常可以用总效率和斜效率两种来表示
- C: 斜效率为激光器输出功率和泵浦输入的电功率关系曲线的斜率
- D: 空间烧孔效应中, 腔内形成的驻波场, 波腹处光强最大, 增益系数最大

19、下列说法正确的是:

- A: 三能级系统比四能级系统更容易实现集居数反转
- B: 激光器输出反射镜的透射率越大, 输出功率越大
- C: 均匀加宽气体激光器的输出功率在中心频率处出现下降的现象称为兰姆凹陷
- D: 氦氖激光器中的加宽形式以多普勒加宽为主

20、长度为 10cm 的红宝石(折射率 1.76)棒置于长度为 20cm 的光谐振腔中, 红宝石 694.3nm 谱线的自发辐射寿命 $\tau_s \approx 4 \times 10^{-3} s$, 均匀加宽线宽为 $2 \times 10^5 \text{ MHz}$, 光腔单程损耗因子 $\delta = 0.2$, 则其中心频率处阈值反转粒子数 Δn_l 为:

- A: $4.06 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$
- B: $4.06 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$
- C: $4.06 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$
- D: $4.06 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$

21、某激光器工作物质的谱线线宽为 50MHz, 激励速率是中心频率处阈值激励速率的二倍, 欲使该激光器单模振荡, 腔长 L 应为多少?

- A: 4m
- B: 3m
- C: 2m
- D: 1m

二、简答题：

- 1、激光器有哪些类型？
- 2、激光器的振荡条件是什么？稳定工作条件又是什么？
- 3、激光器的阈值参数怎么计算？
- 4、在均匀加宽和非均匀加宽激光器中模式竞争有什么不同？
- 5、如何计算均匀加宽单模激光器的输出功率？
- 6、为什么存在最佳透过率？如何计算？
- 7、什么是兰姆凹陷？
- 8、什么是激光器的弛豫振荡现象？如何定性解释？
- 9、为什么存在线宽极限？它取决于什么？
- 10、什么是频率牵引？

三、简答题：

- 1、激光器的工作物质长为 l ，折射率为 η ，谐振腔长 L ，谐振腔中除工作物质外的其余部分折射率为 η' ，工作物质中光子数密度为 N ，试证明对频率为中心频率的光

$$\frac{dN}{dt} = \Delta n \sigma_{21} c N \frac{l}{L'} - N \frac{\delta c}{L'}$$

其中 $L' = \eta l + \eta'(L - l)$ 。

- 2、长度为 10cm 的红宝石棒置于长度为 20cm 的光谐振腔中，红宝石 694.3nm 的谱线的自发辐射寿命 $\tau_s \approx 4 \times 10^{-3} \text{s}$ ，均匀加宽线宽为 $2 \times 10^5 \text{MHz}$ ，光腔单程损耗因子 $\delta = 0.2$ 。求中心频率阈值处值反转粒子数 Δn_t 。

- 3、脉冲掺钕钇石榴石激光器的两个反射镜透射率 T_1 、 T_2 分别为 0 和 0.5。工作物质直径 $d = 0.8 \text{cm}$ ，折射率 $\eta = 1.836$ ，总量子效率为 1，荧光线宽 $\Delta \nu_F = 1.95 \times 10^{11} \text{Hz}$ ，自发辐射寿命 $\tau_s = 2.3 \times 10^{-4} \text{s}$ 。假设光泵吸收带的平均波长 $\lambda_p = 0.8 \mu\text{m}$ 。试估算此激光器在中心频率处所需吸收的阈值泵浦能量 E_{pt} 。

- 4、某激光器工作物质的谱线线宽为 50MHz，激励速率是中心频率处阈值激励速率的二倍，欲使该激光器单纵模振荡，腔长 L 应为多少？

- 5、考虑氦氖激光器的 632.8nm 跃迁，其上能级 $3S_2$ 的寿命 $\tau_2 \approx 2 \times 10^{-8} \text{s}$ ，下能级 $2P_4$ 的寿命 $\tau_1 \approx 2 \times 10^{-8} \text{s}$ ，设管内气压 $p = 266 \text{Pa}$ ， $\alpha = 0.75 \text{MHz/Pa}$ ， I_s 取 0.2W/mm^2 ：

(1) 计算 $T = 300 \text{K}$ 时的多普勒线宽 $\Delta \nu_D$ ；

(2) 计算均匀线宽 $\Delta \nu_H$ 及 $\Delta \nu_H / \Delta \nu_D$ ；

(3) 当腔内光强为 (1) 接近 0；(2) 10W/cm^2 时谐振腔需多长才能使烧孔重迭。

- 6、低增益均匀加宽单模激光器中，输出镜最佳透射率 T_m 及阈值透射率 T_l 可由实验测出，试求往返净损耗率 a 及中心频率小信号增益系数 g_m (假设振荡频率 $\nu = \nu_0$)。

- 7、有一氦灯激励的连续工作掺钕钇铝石榴石激光器 (如下图所示)。由实验测出氦灯输出功率的阈值 P_{pt} 为 2.2kW，斜效率 $\eta_s = dP / dP_p = 0.024$ (P 为激光器输出功率， P_p 为氦灯输入电功率)。掺钕钇铝石榴石棒内损耗系数 $a_i = 0.005 \text{cm}^{-1}$ 。试求：

(1) P_p 为 10kW 时激光器的输出功率；

- (2) 反射镜 1 换成平面镜时的斜效率 (更换反射镜引起的衍射损耗变化忽略不计; 假设激光器振荡于 TEM_{00} 模);
- (3) 图所示激光器中 T_1 改成 0.1 时的斜效率和 $P_p=10\text{kW}$ 时的输出功率。

