

中山大学本科生期末考试

考试科目：《激光原理与器件》（A 卷）

学年学期：2019 学年第 2 学期

姓 名：

学 院/系：物理学院

学 号：

考试方式：开卷

年级专业：2017 级光电信息科学与工程

考试时长：120 分钟

班 别：

任课老师：丘志仁、文锦辉

警示

《中山大学授予学士学位工作细则》第八条：“考试作弊者，不授予学士学位。”

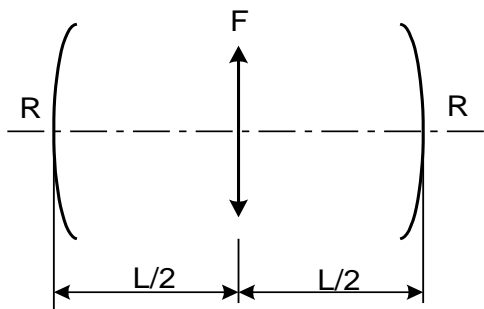
-----以下为试题区域，共二道大题 25 小题，总分 100 分，考生请在答题纸上作答-----

一、填空题（请将正确答案编号及内容写在答题纸上，共12小题，每小题2分，共24分）

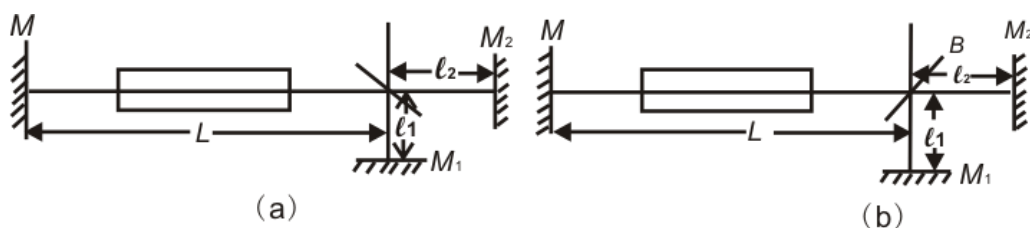
- 单位立体角内，辐射体单位投影面积的辐射通量密度 N 不依赖方向时，我们说这表面按（1）_____定律辐射。（2）_____定律描述黑体总辐射为正比于温度的四次方。对于每一温度，必有一个发射辐射为最大的波长，这个波长可由（3）_____定律算出。
- 在 Q 开关激光器的理论描述和设计中， $\Delta n_i / \Delta n_t$ 是一个极为重要的参量。其量值直接影响到（1）_____、（2）_____ 以及总体（3）_____。
- 由于气体粒子具有一系列（1）_____的量子能级，而不象固体工作物质所具备的那样宽的（2）_____带。故此，气体激光器驱动方式很少采用（3）_____的方法，而多采用_____激励的方法。
- 短腔激光器可以获得（1）_____激光输出，长腔加短腔的复合腔也能获得单纵模激光输出；其他情况相同情况下，（2）_____腔激光器输出激光谱宽更窄。
- 啁啾脉冲指的是不同的（1）_____成分按时间序列处于脉冲的不同的部分。而群速度色散补偿元件对啁啾脉冲产生（2）_____作用。超短脉冲压缩色散补偿技术有（3）_____。
- 谐振腔中的每一个稳定的驻波就是腔的一个振荡模。每个振荡模有一定的（1）_____；一定的（2）_____（或者_____）；一定的（3）_____。
- 锁模激光产生的超短脉冲可以采用频域与时域的两种方法来分析，这两种分析方法的描述函数分别为（1）_____和

和位置。(7分)

3. 已知下图所示谐振腔腔长 $L=2\text{m}$, 凹面镜曲率半径 $R=2\text{m}$, 透镜焦距 $F=2\text{m}$ 。画出该谐振腔的等效透镜光路, 算出腔内光束的往返矩阵, 并且判断谐振腔的稳定性。(6分)



4. 简述 He-Ne 激光器和 CO_2 激光器的瓶颈效应分别是怎样形成的, 各自采用什么方法来降低这个效应的影响? (6分)
5. 有一多纵模激光器纵模数是 500 个, 激光器的腔长 1.5m , 输出的平均功率为 1 瓦, 认为各纵模振幅相等。(1) 试求在锁模情况下, 光脉冲的周期, 宽度和峰值功率各是多少? (2) 采用声光损耗调制元件锁模时, 调制器上加电压 $V(t) = V_m \cos(\omega_m t)$, 试问电压的频率是多大? (6分)
6. 某一分子的能级 E_4 到三个较低能级 E_1 、 E_2 和 E_3 的自发跃迁几率分别为 $A_{43}=5 \times 10^7 \text{s}^{-1}$, $A_{42}=1 \times 10^7 \text{s}^{-1}$, $A_{41}=3 \times 10^7 \text{s}^{-1}$, 试求该分子 E_4 能级的自发辐射寿命 τ_4 。若 $\tau_1=5 \times 10^{-7} \text{s}$, $\tau_2=6 \times 10^{-9} \text{s}$, $\tau_3=1 \times 10^{-8} \text{s}$, 在对 E_4 连续激发且达到稳态时, 试求相应能级上的粒子数比值 n_1/n_4 , n_2/n_4 和 n_3/n_4 , 并说明这时候在哪两个能级间实现了布居粒子数反转 (6分)
7. 一台 Nd:YAG 激光器谐振腔长度为 160mm , 两个球面镜的曲率半径分别为 100mm 和 250mm ; Nd:YAG 棒的长度为 80mm , 折射率 1.82 , 其两个表面到两边腔镜的距离分别为 20mm 和 60mm 。若考虑热透镜效应, 求该激光器稳定运转时对应的激光棒屈光度的范围。(6分)
8. 下图是四块镜子组成的复合腔, 其中斜的镜子是耦合输出镜子, 推导该复合腔的纵模间距, 并简述其单纵模选择工作原理 (假设 $l_2 > l_1$)。(6分)



复合腔选模

9. 激光增益介质单渡越放大与什么因素有关？对于某种激光增益介质，要提高单渡越增益放大的措施？（6分）
10. 三能级与四能级系统激光阈值抽运强度与什么因素有关？关系如何？（6分）
11. 调 Q 激光器和锁模激光器都可使用饱和吸收体，它们之间的差别是什么？半导体饱和吸收镜一般来说半导体的吸收有两个特征弛豫时间，带内载流子的相干时间(coherent carrier dynamics)及带内热平衡 (intraband thermalization) 弛豫时间和带间跃迁 (interband transition) 弛豫时间，它们在什么量级和起到什么作用？（6分）
12. 振幅调制的锁模激光、频率调制的锁模激光和对碰锁模方法的激光系统中,输出激光的频谱带宽与脉冲宽度乘积是多少？其物理含义是什么？理论上那种情况下获得脉冲宽度最小？（6分）
13. 激光器理论极限带宽由什么因素引起的？如何获得单模激光器的超窄线宽或者接近理论极限？He-Ne 激光器理论极限带宽是什么量级？（6分）

（真空中光速 $c=3\times 10^8$ [m/s]；普朗克常数 $h=6.626\times 10^{-34}$ [J·s]）