

硕士研究生复试题参考答案

光电子技术

(2006年)

所有答案必须写在答题纸上，做在试卷或草稿上无效（选作5题）

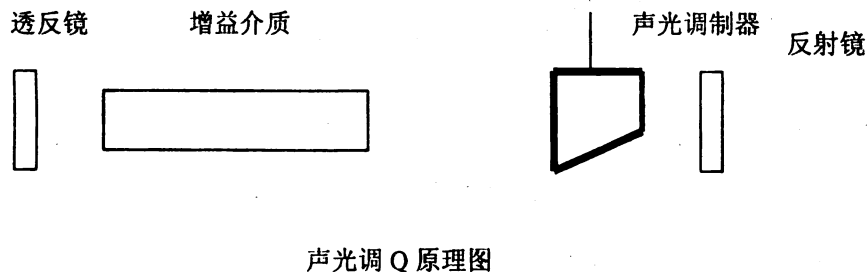
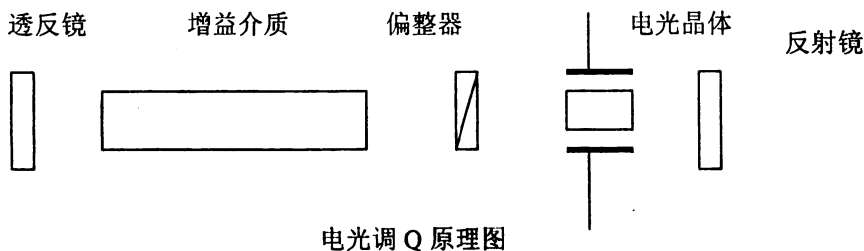
- 一、写出激光器自激振荡的两个条件，并解释两个条件的物理意义。
激光自激振荡的两个条件为：

$$\Delta\Phi = -2\pi q \quad (q = 0, 1, 2, 3 \dots)$$

$$G^0 \geq \alpha - \frac{1}{2} \ln(r_1 r_2)$$

第一个条件是光学正反馈条件；第二个条件表示激活介质的小信号光学增益系数大于或至少等于损耗系数。

- 二、画出声光调 Q 和电光调 Q 的原理图并对解释工作原理讨论两种调 Q 激光的区别。



电光调 Q：在电光晶体上加上 $1/4$ 波长的电压，光两次经过电光晶体后，偏振方向旋转 90 度，不能通过偏振器，激光器不能振荡；将 $1/4$ 波长的电压取消，光两次经过电光晶体后仍然能够通过，激光器迅速振荡；再将 $1/4$ 波长的电压加上，激光器不能振荡。如此形成巨脉冲输出。

声光调 Q: 声光调制器使相当部分光散射出腔外, 激光器由于损耗很大不能振荡; 将超声信号取消, 没有声光散射损耗, 激光器迅速振荡; 再将超声信号加上, 激光器不能振荡。如此形成巨脉冲输出。

电光调 Q 可以产生 ns 量级脉冲, 输出激光脉冲峰值功率较高, 重复频率较低, 只能几十 Hz。声光调 Q 只能产生微妙量级脉冲, 输出激光脉冲峰值功率较低, 重复频率较高, 可以达到几百个 kHz。

三、下列激光器的波长:

He-Ne 激光器: 0.6328 微米

CO₂ 激光器: 10.6 微米

Ar 离子激光器: 0.4880 或 0.5145 微米

Nd: YAG 激光器: 1.06 微米

四、写出光学谐振腔的稳定性判据并解释, 写出自在现高斯模 q 参数求解公式

$$\text{稳定性判据为: } -1 < \frac{1}{2}(A+D) < 1$$

其中 A 和 D 是光线在谐振腔内往返传播矩阵的对角矩阵元 $T = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$

自在现高斯模的求解公式:

$$q = \frac{Aq + B}{Cq + D}$$

$$Cq^2 + (D - A)q - B = 0$$

五、闪耀光栅和 F-P 腔都是光学色散元件, 请讨论闪耀光栅和 F-P 腔的区别。

闪耀光栅的自由光谱区比 F-P 干涉仪宽得多, 但波长分辨率比 F-P 干涉仪低得多。闪耀光栅主要用于原子-分子光谱分析, F-P 干涉仪主要用于精密测量。

六、简述主动锁模的原理。

在激光器内加光调制器, 调制器的调制频率等于纵模间距: $\Omega = \Delta\omega_q = \frac{\pi c}{L}$

当第 q 个纵模经过调制器时:

$$\begin{aligned} E_q(t) &= E_0(1 + m \cos(\Omega t)) \cos(\Omega q t + \phi_q) \\ &= E_0 \cos(\Omega q t + \phi_q) + m E_0 \frac{1}{2} (\cos(\Omega(q+1)t + \phi_q) + \cos(\Omega(q-1)t + \phi_q)) \end{aligned}$$

上边频正好是 q+1 个模式, 下边频正好是 q-1 个模式, 其初始相位都是 ϕ_q , 和第 q 个模式相同; 当上边频和下边频通过调制器时, 再次产生第 q+2 个

模式和第 $q-2$ 个模式，初始相位也是 ϕ_q ；如此连续产生初始相位相同的 $2N+1$ 个纵模，叠加输出的光强：

$$I(t) = I_0 \frac{\sin^2 \left[\frac{2N+1}{2} (\Omega t + \phi) \right]}{\sin^2 \left[\frac{1}{2} (\Omega t + \phi) \right]}$$

此式表示间隔为 $T = \frac{2L}{C}$ 的脉冲串，输出脉冲的宽度 $\Delta t \sim \frac{1}{2N+1} \frac{2\pi}{\Omega}$ ，峰值光强为 $I_0(2N+1)^2$ 。

七、讨论 1/2 波片、1/4 波片的特点和应用。

光通过 1/2 波片时，o 光和 e 光有 π 的相移；光通过 1/4 波片时，o 光和 e 光有 $\pi/2$ 的相移。1/2 波片用于旋转偏整方向，可产生 90 度旋转；1/4 波片用于产生椭圆或圆偏整光。