

## 《非线性光学与光电子技术》期末考试

学号\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_

### 一. 概念题 (判断题) (3×6=18 分)

- 1、在各向同性介质中不会发生光克尔效应。 ( )
- 2、在非线性光学和频过程中, 只有在满足相位匹配条件的方向上才有和频信号输出。 ( )
- 3、光整流效应是一种三阶非线性光学效应。 ( )
- 4、在电光晶体的两端加上对应的半波电压时, 入射光的偏振方向一定旋转 90 度。 ( )
- 5、Kleinman 对称性是极化率张量所固有的, 无需考虑成立条件。 ( )
- 6、目前能直接应用超快响应的光电二极管测量出脉宽约为 100fs 的超短脉冲准确的脉冲宽度。 ( )

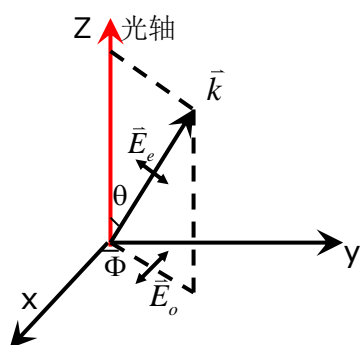
### 二. 简答题 (62 分)

- 1、常用的 He-Ne 激光器典型的输出功率为 15mW 左右。设有 70% 的功率聚焦到半径为 20μm 的圆中。A, 试求此时的聚焦光强  $I$  以及相应的光电场强度。B, 将此光电场强度与典型原子内场的强度进行比较, 并讨论能否容易地发生非线性光学效应。C, 超短脉冲激光, 单脉冲能量 5mJ, 脉冲宽度 100fs, 聚焦情况相同, 计算聚焦光强  $I$  和光电场强度  $E$ 。
- 2、试证明: 具有空间反演对称性的介质, 其二阶非线性极化率  $\chi^{(2)} = 0$ 。并讨论这一结论的意义。
- 3、试用介质的三阶极化率  $\chi^{(3)}$  来描述介质的非线性折射率系数  $n_2$ , 并解释单模激光光束在介质内传输时的自聚焦现象。
- 4、在三次谐波的产生过程中, 碱金属蒸汽在作为非线性介质相对于晶体材料具有哪些方面的优点?
- 5、根据光学和频过程的耦合波方程组:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \xi(\omega_1, z)}{\partial z} = \frac{i\omega_1^2}{k_1 c^2} \chi_{eff1}^{(2)} \xi^*(\omega_2, z) \xi(\omega_3, z) \quad (1) \\ \frac{\partial \xi(\omega_2, z)}{\partial z} = \frac{i\omega_2^2}{k_2 c^2} \chi_{eff2}^{(2)} \xi^*(\omega_1, z) \xi(\omega_3, z) \quad (2) \\ \frac{\partial \xi^*(\omega_3, z)}{\partial z} = \frac{-i\omega_3^2}{k_3 c^2} \chi_{eff3}^{(2)} \xi^*(\omega_1, z) \xi^*(\omega_2, z) \quad (3) \end{array} \right.$$

推导 Manley—Rowe 关系式: **A**,  $I(\omega_1) + I(\omega_2) + I(\omega_3) = \text{常数}$ 。 **B**,  $N(\omega_1) - N(\omega_2) = \text{常数}$ ,  $N(\omega_1) + N(\omega_3) = \text{常数}$ ,  $N(\omega_2) + N(\omega_3) = \text{常数}$ 。并且对各式的意义进行说明。

6、求在利用  $\bar{4}2m$  晶体 (如 KDP), 采用  $o$  光 +  $e$  光  $\rightarrow e$  光的相位匹配方式实现光学和频的过程中, 有效二阶非线性极化率  $\chi_{eff}^{(2)}$  的表达式。波矢  $\vec{k}$  与晶体光轴的夹角为  $\theta$ , (光轴与  $z$  轴同向),  $\vec{k}$  在  $xy$  平面上的投影与  $x$  轴夹角为  $\Phi$ , 如下图所示。



其中  $\bar{4}2m$  晶类的二阶非线性极化率张量元

$$\chi_{ijk}^{(2)} \text{ 的 6 个非零元满足: } \chi_{xyz}^{(2)} = \chi_{yxz}^{(2)},$$

$$\chi_{xzy}^{(2)} = \chi_{yzx}^{(2)}, \chi_{zxy}^{(2)} = \chi_{zyx}^{(2)}.$$

### 三、应用题 (20 分)

$\bar{4}3m$  晶类晶体中线性电光效应的横向应用, 晶体长度  $L$ , 厚度  $d$ , 直流电场  $\vec{E}_0$  沿  $z$  轴方向, 光波在  $xoy$  平面内沿  $xy$  对角线传播。 **A**, 试推导这种情况下的本征模和本征矢。 **B**, 计算两个本征矢在经过晶体长度  $L$  后的两者的相位差  $\Delta\phi$ 。 **C**, 根据上述结果推导半波电压  $U_{\lambda/2}$ 。  $\bar{4}3m$  晶类的非零二阶极化率张量元满足:  $xyz = xzy = zxy = zyx = yzx = yxz$ 。

