

# 华中科技大学

## 二〇〇二年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 物理学

适用专业: 光学工程、物理电子学、模拟识别与智能系统

一、填空(每空1分,共31分,将下列各题空格对应的答案,按编号填写在答卷纸上)

1. 单色平面波(自然光)从折射率为 $n_1$ 的透明介质1空间射入折射率为 $n_2$ 的透明介质2空间;在两种介质的分界面上,发生①现象; $\theta_r$ (反射角)、 $\theta_t$ (透射角)与 $\theta_i$ (入射角)的关系分别为②;设 $\nu_1$ 、 $\nu_2$ 分别为光波在介质1和介质2中频率,则 $\nu_1$ 与 $\nu_2$ 的关系为③;设 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 分别为光波在介质1,介质2中的波长,则 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 的关系为④;反射光波发生 $\pi$ 位相跃变的条件是⑤,发生全反射的条件是⑥;反射光波为线偏振光的条件为⑦;

2.  $S$ 波和 $P$ 波的偏振态为①,它们的振动方向分别②; $O$ 光和 $e$ 光的偏振态为③,它们的振动方向分别④; $S$ 波、 $P$ 波的振动方向分别平行于 $O$ 光波、 $e$ 光波振动方向的条件是⑤。

3. 两光波发生干涉的必要条件为①,补充条件为②,获得相干光的方法有③四种。

4. 光波干涉场中的空间相干性是由①产生的,时间相干性是由②产生的;在杨氏干涉实验中,用位于光轴上的单色点源 $S$ 照射中心距相距为 $d$ 的两个小孔 $s_1$ 和 $s_2$ ,在干涉场的③处,满足空间相干和时间相干性;若将 $S$ 改成白光点源,则干涉场满足④相干性;若将 $S$ 改为横圆扩展的单色线光源,则在干涉场的任意处满足⑤相干性,此时干涉场同时满足空间相干性和时间相干性的条件是⑥。

试卷编号: 445

共 3 页  
第 1 页

5. 在单色光波的照射下,衍射光栅为 ① 光学元件,衍射光波按 ② 在空间分开;在多色光或白光照射下,衍射光栅作为 ③ 光学元件,衍射光波按 ④ 在空间分开;闪耀光栅在结构设计上的特点是 ⑤ ,其作用是 ⑥ 。

6. 单色平面波在单轴晶体内部传播,波矢  $\mathbf{K}$  平行晶体光轴时,其传播规律为 ① ;波矢  $\mathbf{K}$  垂直于晶体光轴时,有 ② 现象。单色平面波从各向同性均匀介质射入单轴晶体,入射角  $\theta \neq 0^\circ$ 、且晶体光轴平行于分界面,光波在晶体中的传播规律为 ③ ;若  $\theta = 0^\circ$ 、且晶体光轴平行于分界面,光波在晶体中的传播规律为 ④ 。

二(12分)、两相干平面波的波矢均在  $xz$  平面内、与  $z$  轴的夹角分别为  $\theta$  和  $-\theta$ ,同时照射  $xy$  平面,设波长为  $\lambda$ 。回答下列问题:

1. 分别写出两列光波的波函数的表达式;
2. 分别写出两列光波复振幅;
3. 求出  $xy$  平面上的复振幅分布  $U(x, y)$ ;
4. 示意画出  $U(x, y)$  的分布图、求出复振幅分布的空间频率;
5. 求出  $xy$  平面上的光强度分布  $I(x, y)$ ;
6. 示意画出  $I(x, y)$  的分布图、求出光强度分布的空间频率。

三(16分)、在  $F-P$  干涉仪中,两反射面间空气层的厚度  $h = 10\text{mm}$ ,准直透镜  $L_1$  和观察透镜  $L_2$  的焦距均为  $150\text{mm}$ ,中心在光轴上、直径为  $10\text{mm}$  的圆形光源位于  $L_1$  的前焦面上,发射  $\lambda = 0.49\mu\text{m}$  的单色光波。回答下列问题:

1. 示意画出  $F-P$  干涉仪的光学系统图和观察平面上干涉条纹分布图;
2. 算出干涉图对称中心的干涉级次、观察平面上亮条纹的数目;
3. 若在干涉仪两反射面间的空气中插入一个不透明屏,挡住反射镜有效口径的一半,在观察平面上干涉条纹发生什么样的变化?
4. 若用一块厚  $0.5\text{mm}$ 、 $n = 1.5$  的透明薄片代替了 3 中的不透明屏,干涉条纹发生什么样的变化?观察平面上总共可看到多少条亮条纹?

四(16分)、在 *Fraunhofer* 衍射实验中,孔径平面有透亮缝宽为  $a$ 、中心依次相距为  $d$  的三条狭缝(均平行于  $y_1$  方向),用单色平面波斜照射,设照明光波的波矢在  $xz$  平面内、且与  $z$  轴成  $i$  角,照明光波长为  $\lambda$ 。回答下列问题:

1. 画出实验光路图;
2. 求出观察平面上的复振幅分布  $U(x, y)$ ;
3. 求出观察平面上的光强度分布  $I(x, y)$ ;
4. 若  $d = 3a$ , 示意画出  $I(x, y)/I(0, 0)$  在  $x$  方向的光强分布曲线。

五(15分)、回答下列有关 *Wollaston* 棱镜的问题:

1. 示意画出 *Wollaston* 棱镜的结构;
2. 说明 *Wollaston* 棱镜的工作原理;
3. 计算证明:从 *Wollaston* 棱镜中出射的  $o$  光和  $e$  光之间的夹角为

$$\Phi = 2 \arcsin [(n_o - n_e) \tan \alpha]$$

式中,  $\alpha$  为单块棱镜中斜面与直角面的二面角。

六(10分)、在常规的相干光学信息处( $4f$ )系统中,输入平面上设置两块栅线正交、相互重迭的光栅,其复振幅透过率分布分别为:

$$t(x_1) = 1 + \cos(2\pi x_1/d_x)$$

$$t(y_1) = 1 + \cos(2\pi y_1/d_y)$$

式中,  $d_x, d_y$  分别为二光栅的光栅常数。回答下列问题:

1. 示意画出  $4f$  系统的光学系统图;
2. 求出频谱面上的复振幅分布、并示意画出二维的分布图;
3. 设计一个空间滤波函数,使输出面上仅为

$$t(x_3) = 1 + \cos(2\pi x_3/d_x)$$

要求:写出该滤波函数的数学表达式、并图示之。