

华中理工大学

二〇〇〇年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 物理光学

适用专业: 物理电子学, 光学工程, 模式识别与智能系统

一 选择性填空 (将各题下方正确答案的标号填写在对应的空格内。此题共 8 小题, 每小题 4 分, 共 32 分)

1、振幅为 A 、波矢为 k 、沿波矢正向传播的单色平面波的数学表达式为 9。若波矢 k 与 x 、 y 、 z 轴的夹角 α 、 β 、 γ 既不为“零”, 又不为 $\pi/2$, 则其在 xy 平面上的复振幅分布为 12。波长为 λ 的单色发散球面波的数学表达式为 11。若单色球面波在单位距离上的振幅为 a , 点源距 xy 平面的距离为 D , 在傍轴近似下单色球面波在 xy 平面上的复振幅为 22。

- (1) $Ae^{i(kr-\omega t)}$, (2) $Ae^{i(kr+\omega t)}$, (3) $e^{i(kr-\omega t)}$, (4) $e^{i(kr+\omega t)}$
- (5) $\frac{A}{r} e^{i(kr-\omega t)}$, (6) $\frac{A}{r} e^{i(kr+\omega t)}$, (7) $\frac{a}{r} e^{i(kr-\omega t)}$, (8) $\frac{a}{r} e^{i(kr+\omega t)}$
- (9) $Ae^{i(kr-\omega t)}$, (10) $Ae^{i(kr+\omega t)}$, (11) $\frac{a}{r} e^{i(kr-\omega t)}$, (12) $\frac{a}{r} e^{i(kr+\omega t)}$
- (13) $\frac{a}{D} e^{i(kr-\omega t)}$, (14) $\frac{a}{D} e^{i(kr+\omega t)}$, (15) $Ae^{ik(x\cos\alpha+y\cos\beta+z\cos\gamma)}$
- (16) $Ae^{ik(x\cos\alpha+y\cos\beta)}$, (17) $Ae^{ikx\cos\alpha}$, (18) $Ae^{iky\cos\beta}$, (19) $Ae^{ikz\cos\gamma}$
- (20) $\frac{a}{r} e^{ikr}$, (21) $\frac{a}{D} e^{ikr}$, (22) $\frac{a}{D} e^{ikD}$, (22) $\frac{a}{D} e^{ikD} e^{ikD(x^2+y^2)/2}$

2、设 i 、 j 、 k 分别表示直角坐标系中 x 、 y 、 z 轴上的单位矢量, 则单色平面波 $E=i5\cos(\pi/6-\omega t)+j5\cos(\pi/3+\omega t)$ 的偏振态为 5。 $E=i3\cos(\omega t-30^\circ)-j2\cos(\omega t-60^\circ)$ 的偏振态为 7。 $E=i3\sin\omega t-j3\cos(\omega t-\pi/3)$ 的偏振态为 5。 $E=iA_1\cos\theta+jA_2\cos\theta+kA_3\cos\theta$ 的偏振态为 4。

①自然光, ②部分偏振光, ③完全偏振光, ④线偏光, ⑤左旋圆偏光, ⑥右旋圆偏光, ⑦左旋椭圆偏光, ⑧右旋椭圆偏光。

3、强度为 I_0 的单色平面波从折射率 n_1 的透明介质射入折射率为 n_2 的透明介质, 在两种介质的分界面上, 一般产生 反射和透射现象。

若入射光为线偏振光且透射光波的强度为 I_0 , 则 13。

准考证号码:

密封线内不要写题

报考学科、专业:

姓名:

试题编号: 450

共 4 页
第 1 页

(1)反射, (2)折射, (3)干涉, (4)衍射, (5)偏振, (6)旋光, (7)反射和折射, (8)反射和偏振, (9)折射和衍射; (10)入射角 (θ_i) 等于布鲁斯特角 (θ_B), (11)入射角等于临界角 (θ_c), (12) $\theta_i = \theta_B$ 且光波振动矢量 (E) 垂直于入射面, (13) $\theta_i = \theta_B$ 且 E 在入射面内, (14) $\theta_i = \theta_c$ 且 E 垂直于入射平面, (15) $\theta_i = \theta_c$ 且 E 在入射平面内, (16) $\theta_i = \theta_B$ 且 E 不在入射面内也不垂直于入射面, (17) $\theta_i = \theta_c$ 且 E 不在入射面内也不垂直于入射面。

4、光波场的相干性与干涉装置 ②，与光源的发光特性 ①；在杨氏干涉实验中，光源 S 发出的光波照射孔径平面上的小孔 S_1 和 S_2 （其中心间距为 d ）， P 点为观察平面上的动点（偏离 $m=0$ 级次中心的距离为 x ），则 d 的大小取决于光波场的 ⑥ 空间相干性。当 S 为点源时， x 的范围又被光波场的 ⑤ 所限制；若 d 的尺寸增加，为保证干涉条纹的对比度不发生变化，则 ⑦。

(1)有关, (2)无关, (3)有时有关有时不相关, (4)无所谓相关也无所谓不相关; (5)时间相干性, (6)空间相干性; (7)光源 S 的横向尺寸 b 应减少, (8) b 应增加, (9)观察屏距孔径平面之间的距离 D 应变小, (10) D 应增加。
 $b \propto \frac{1}{\Delta \lambda}$
 $b \propto \frac{1}{\Delta \lambda} \Rightarrow b \propto \frac{1}{\Delta \lambda} \Rightarrow D \propto \lambda \Rightarrow D \propto d$

5、在球面波的照射之下，用平行玻璃板观察双光束干涉时，平板的两表面 ①，且应在 ⑥ 观察；用平板观察多光束干涉时，平行平板两表面 ③，且应在 ⑤ 观察；产生这两种干涉的原理为 ⑫；多光束干涉与双光束干涉相比，最大的特点是 ⑮。

(1)不用镀膜, (2)最好镀增透膜, (3)一定要镀高反膜, (4)应镀 1:1 的分光膜; (5)在透射光下, (6)在反射光下, (7)在照明光源附近, (8)在照明光源的镜象附近; (9)等厚干涉, (10)等倾干涉, (11)双光束等厚干涉与多光束等厚干涉, (12)双光束等倾干涉与多光束等倾干涉, (13)分波阵面干涉, (14)分波振动面干涉; (15)条纹对比度高, (16)条纹亮度高, (17)条纹细锐明亮。

6、单色点源发出的球面波照射圆形边界的透光小孔，在孔径平面 Σ 后方的近场，可观察到 ③ Fresnel 衍射花样，其分布为 ⑩ 形状，其中心的亮暗状态为 ⑭；随着观察屏缓慢远离孔径平面移动，观察平面上的分布 ⑰；当观察屏远离孔径平面时（远场条件下），观察屏继续沿轴平行移动，观察平面上的光强分布 ⑮。

(1)小孔的阴影, (2)小孔的像, (3)小孔的 Fresnel 衍射花样, (4)小孔的 Fraunhofer 衍射花样; (5)一个“十”字, (6)一系列“十”字, (7)等距直线, (8)非等距直线, (9)一个圆环, (10)一系列同心圆环; (11)亮, (12)暗, (13)半亮半暗, (14)不能确定; (15)无变化, (16)衍射图样的形状不发生变化, 亮暗亦无变化, (17)衍射花样的形状不变化, 条纹亮暗交替变化。

7、单色平面波（自然光）在石英晶体中沿晶体光轴方向传播时 ⑧，垂直于晶体光轴方向传播时 ②；单色平面波（线偏振光）在石英晶体中沿晶体光轴方向传播时 ⑤，传播方向不与晶体光轴方向一致、且振动方向（ D ）不与所在截面椭圆的长、短轴方向平行时 ②，传播方向不与晶体光轴方向一致、且振动方向（ D ）平行于所在截面椭圆的长、短轴方向时 ⑧。

(1)有色散, (2)有双折射, (3)有双反射, (4)有衍射, (5)有旋光, (6)有干涉, (7)有干涉消色, (8)与光波在各向同性介质中传播一样。

当偏光片绕入射光方向... 振动向转动20°

8. 单色平面波(自然光)相继垂直照射透光轴正交的两个线偏振器 P1 和 P2. 在 P1 和 P2 之间插入一块由方解石(负单轴晶体)制作的波片后, P2 透光. 当 P2 绕入射光顺时针旋转 20° 后透射光消失, 插入波片为 2, 其快轴在 8 的位置上; 然后, 将插入的波片也绕入射光方向顺时针旋转 20°, 要使 P2 之后无透射光, 则需将 P2 绕入射光方向 5 旋转 11.

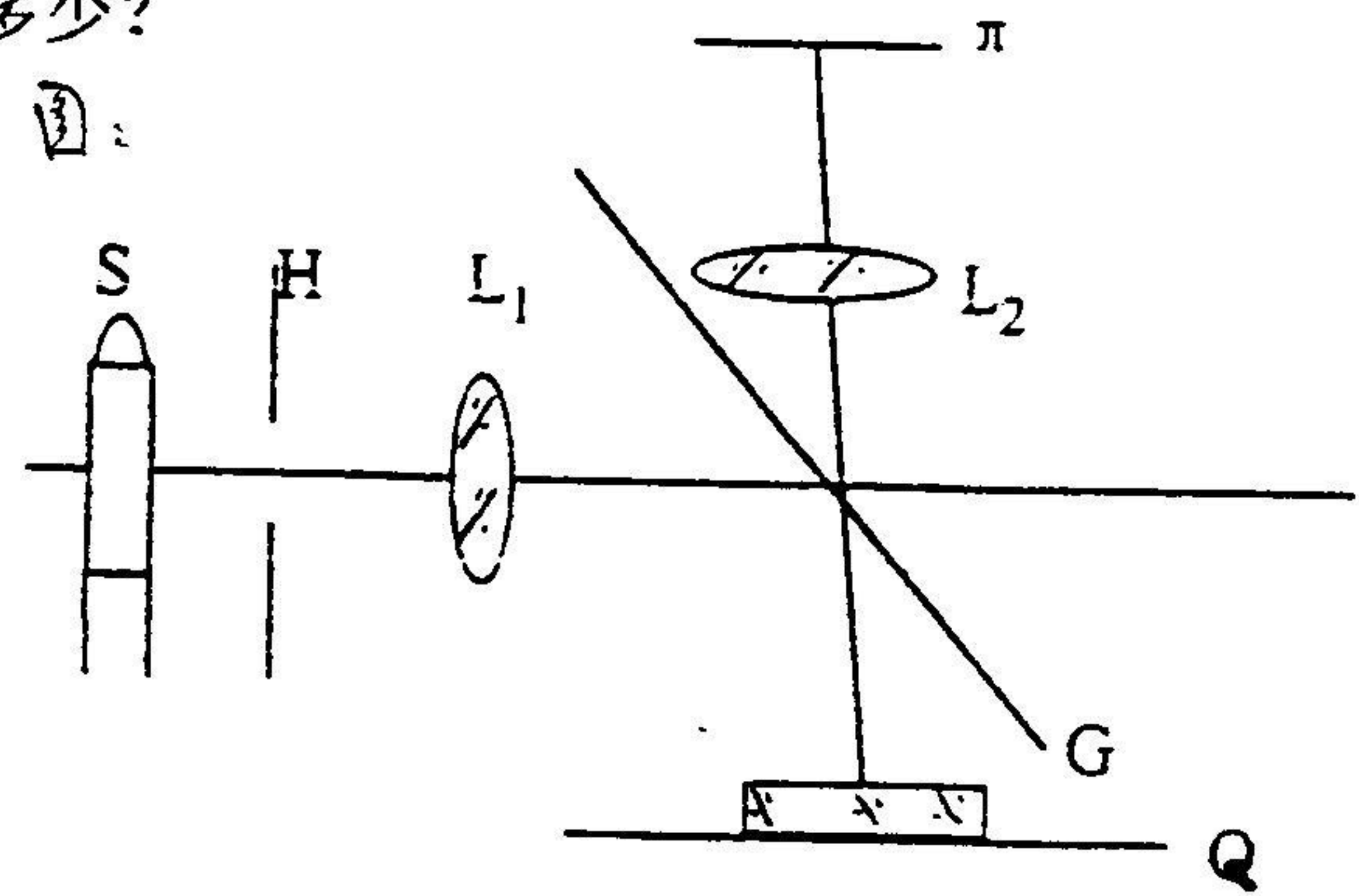
波片绕入射光方向顺时针旋转

(1)全波片, (2)半波片, (3)1/4 波片, (4)1/8 波片, (5)顺时针方向, (6)反时针方向; (7)0°, (8)10°, (9)20°, (10)30°, (11)40°.

二 (15 分)、由焦距 f=100mm 的两个透镜 L1 和 L2、分光镜 G、光源 S、光栏 H、观察屏 π 组成如图所示的光学系统, 以测量平板 Q 微小的楔形角 α, 回答下列问题.

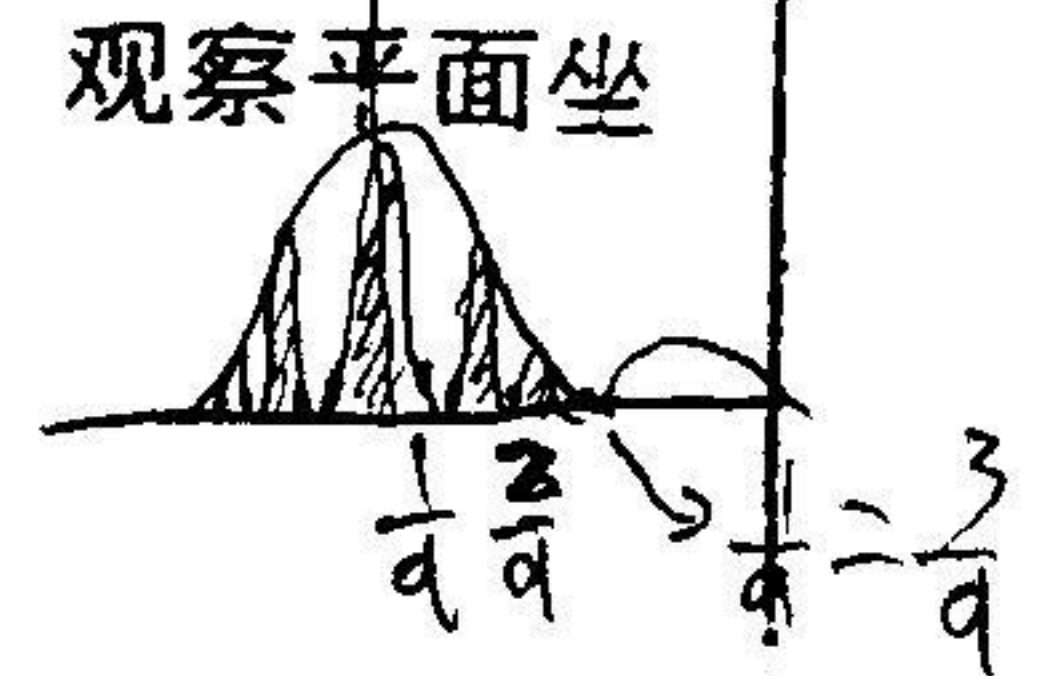
- 1、两个透镜的作用是什么? L1 准直 L2 观察
- 2、透镜 L1 距光栏 H 的距离为多少? 100mm
- 3、若 L2 距 Q 的距离为 300mm, 观察屏至 L2 的距离为多少? 400mm → L2=100mm
- 4、若光源有白炽灯(平均波长 λ=550nm, Δλ=0.044nm)和氢灯(λ=590nm, Δλ=0.0045nm), 该测量装置应选哪种光源? 为什么? 波列长度比白炽灯大得多
- 5、画出观察屏上干涉条纹的形状与分布. 若 π 平面上条纹间距为 0.25mm, Q 的折射率 n=1.5, 求平板的楔形角: e=0.786×10⁻³=λ/2nd
- 6、楔形板厚度差(h)与光栏横向允许尺寸 b_p 有何关系?
- 7、若 h=4mm, 光栏的允许尺寸应为多少?

5. P113 图:



三 (15 分)、孔径平面的坐标为 x₀、y₀. 有两个平行于 y₀ 轴的透亮狭缝, 其缝宽为 a, 中心坐标分别为 (d/2, 0) 和 (-d/2, 0), 且 d>a. 用单位振幅的单色平面波垂直照射, 以观察双缝产生的 Fraunhofer 衍射花样. 已知照明光波长为 λ, 观察平面坐标为 x、y, 观察透镜的焦距 f=250mm, 回答下列问题.

- 1、画出实验装置图, 写出孔径平面的复振幅透过率函数 t(x₀, y₀):
- 2、求出观察平面上的复振幅分布 u(x, y) 和光强度分布 I(x, y):
- 3、画出 I(x, y)/I(0, 0) 在 x 方向的分布曲线图:
- 4、逐步减少 a 的尺寸, 衍射图样发生什么样的变化?
- 5、当 a→0 时, 观察平面上的光强分布还是双缝的衍射花样吗? 画出 I(x, y) 在 xy 平面上的二维分布图, 求出相邻条纹的间距 (e): e=λ/f
- 6、在 5 的条件下, 观察平面远离孔径平面平行移动, I(x, y) 在 xy 平面上的二维分布发生变化吗? 为什么? e=λ/f=λ/250



密封线内不要答题

- 7、在6中，若观察平面的距离 $D \gg d$ ，从实验装置中移出观察透镜，此时变成了哪种光学实验装置？画出观察平面上二维光强度分布图形，标出条纹间距 (e')；
- 8、当 $D=2000\text{mm}$ 时，求出 e/e' 之值。 $e/e' = \frac{\lambda}{D} = 1/8$

四 (13分)、回答下列关于衍射光栅的问题。

- 1、根据下列条件设计一个多缝光栅，即确定光栅的三个几何参数：缝宽 (a)、光栅常数 (d)、光栅长度 (l)。(1)用波长 $\lambda = 0.6 \mu\text{m}$ 的单色平面波垂直照射，其二级光谱线的分辨率为 0.006nm ；(2) $\lambda_1 = 0.6 \mu\text{m}$ ， $\lambda_2 = 0.6002 \mu\text{m}$ 的二级光谱在衍射角 $\theta_2 = 60^\circ$ 的方向观察，角间距为 $1/3$ 毫弧度。(3)第三级缺级。
- 2、上述光栅若改用波长 $\lambda = 0.589 \mu\text{m}$ 的钠光垂直照射，在观察平面上能看到的衍射级次有哪些？

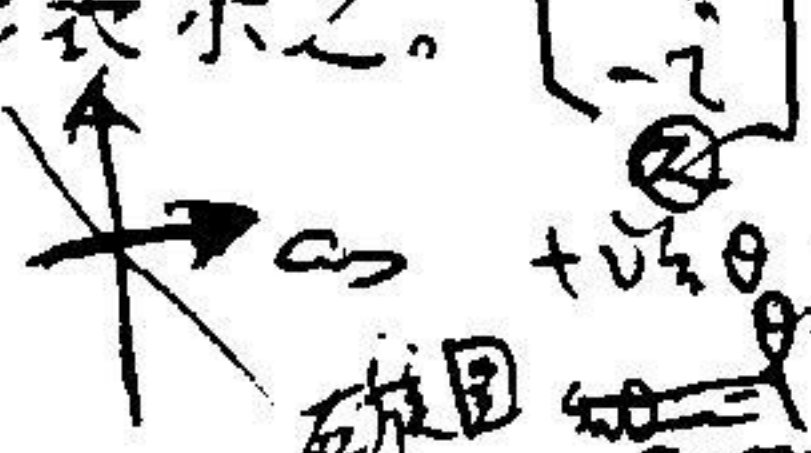
3、若钠光斜入射， $\theta_i = 30^\circ$ ，又能观察到哪些级次的衍射光？

由条件(1)得到: $\Delta\lambda = \frac{\lambda}{N} \Rightarrow N = 5 \times 10^4$ 2. $m = 0, \pm 1, \pm 2,$
 由条件(2)得: $\frac{d \sin \theta}{d \lambda} = \frac{m}{d \sin \theta} \Rightarrow d = 2.4 (\mu\text{m})$ 3. $m = 0, \pm 1, m = -2, m = -4, m = -5$
 由条件(3)得: $a = \frac{d}{3} = 0.8 (\mu\text{m})$, $l = N d = 120 (\text{mm})$

五 (15分)、Jones 矢量为 $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ 的单色平面波相继垂直照射两块完全相同的 $1/4$ 波片。

波片由方解石晶体制成，平行放置，当两波片快轴之间的夹角 θ 分别为：(1) $\theta = 0^\circ$ ，(2) $\theta = 45^\circ$ ，(3) $\theta = 90^\circ$ 时，求出射光的偏振态，并分别用 Jones 矢量和图形表示之。

1. $2 \times \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$ 2. 偶偏态
 3. $\begin{bmatrix} 1 \\ -i \end{bmatrix}$



六 (10分)、在常规的相干光学信息处理系统中，输入平面上设置复振幅透过率为：

$$t(x_1) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos(2\pi x_1/d)$$

的余弦光栅，其中 d 为光栅常数。已知傅里叶变换透镜的焦距为 f ，光波长为 λ 。

- 1、求出频谱面上各谱点的位置坐标，并图示之；
- 2、若在频谱面的中央设置一小圆屏挡住光栅的零级谱，求像面上的光强分布；
- 3、移动小圆屏，挡住光栅的-1级谱，求像面上的光强分布。