姓名________ 学号________ 班级________

密封装订线

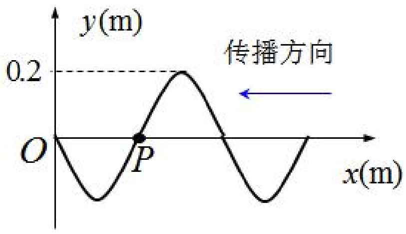
西南交通大学 2015—2016 学年第(一)学期中期试卷

课程代码 6111020 课程名称 大学物理 AII 考试时间 120 分钟

题号	一	二	三	四			总成绩
				1	2	3	
得分							
阅卷教师签字							

一、填空题：（9 小题，共 30 分）

1.（本小题 6 分）图示一平面简谐波在 t =2s 时刻的波形图，波的振幅为 0.2m，周期为 4s。则图中 P 点处质点的振动方程为______________，若波速 $u = 0.2\text{m/s}$，则该简谐波的波动方程为______________。

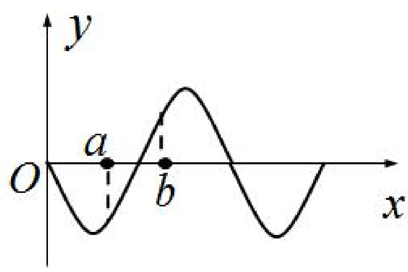


解：$y_p = 0.2\cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{3}{2}\pi)(\text{SI})$ 或者 $y_p = 0.2\cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)(\text{SI})$，

$y(x,t) = 0.2\cos\left[\frac{1}{2}\pi\left(t+\frac{x}{0.2}\right)-\frac{\pi}{2}\right](\text{SI})$ 或者

$y(x,t) = 0.2\cos\left[\frac{1}{2}\pi\left(t+\frac{x}{0.2}\right)+\frac{3}{2}\pi\right](\text{SI})$

2.（本小题 3 分） 图示一平面简谐机械波在 t 时刻的波形曲线。若此时 a 点处媒质质元的振动动能在减小，则 a 点处媒质质元的振动势能在________(选填增大、减小、不变)；b 点处媒质质元的振动动能在______(选填增大、减小、不变)，振动势能在_________(选填增大、减小、不变)。



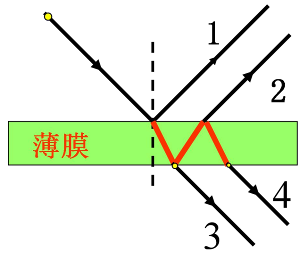
解：减小，增大，增大。

3.（本小题 3 分）对于水平弹簧振子，振幅用 A 来表示，当振子位于 $\frac{A}{\sqrt{2}}$ 处，其动能________势能(选

填小于，等于，大于）。

解：等于。

4.（本小题 3 分） 如图所示，波长为λ的平行单色光入射到薄膜上，经薄膜上、下表面反射的光束 1 与光束 2_____相干光（填：是、不是），经薄膜透射出的光束 3 与光束 4_____相干光（填：是、不是），若光束 1 与光束 2 的*光程差*为δ，则光束 3 与光束 4 的*光程差*为 ___________。



答：是，是，$\delta+\dfrac{\lambda}{2}$或$\delta-\dfrac{\lambda}{2}$。

5.（本小题 3 分）由两块平玻璃板的一端夹一金属丝构成空气劈尖，用波长为$\lambda=600\text{nm}$的单色光垂直照射，从棱边到金属丝所在处共呈现出 150 条明条纹，则金属丝的直径为______________________。

注意：以后该题应该这样出：由两块平玻璃板的一端夹一金属丝构成空气劈尖，用波长为$\lambda=600\text{nm}$的单色光垂直照射，从棱边到金属丝所在处共呈现出 151 条暗条纹，则金属丝的直径为______________________。

答：$4.50\times10^{-5}\,\text{m}$

6.（本小题 3 分）一束波长为$\lambda=600$ nm 的平行单色光垂直入射到折射率为$n=1.50$的透明薄膜上，该薄膜是放在空气中的。要使*透射光*得到最大限度的加强，薄膜最小厚度应为 __________。

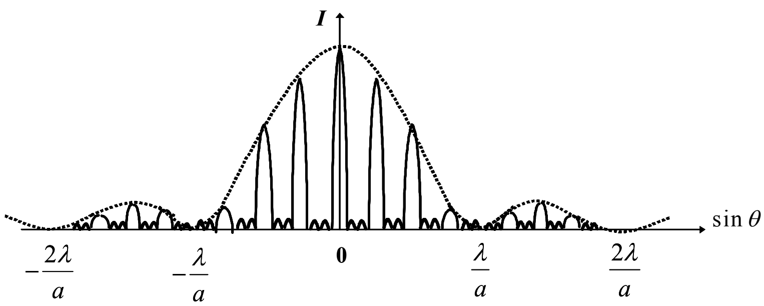
答：

$$e_{\min}=\frac{\lambda}{2n}=\frac{600}{2\times1.50}=200\ (\text{nm})$$

7.（本小题 3 分）在单缝的夫琅禾费衍射实验中，屏上第二级暗条纹所对应的单缝处波面可划分为______个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第二级暗纹处将是第_____ 级 _____纹。

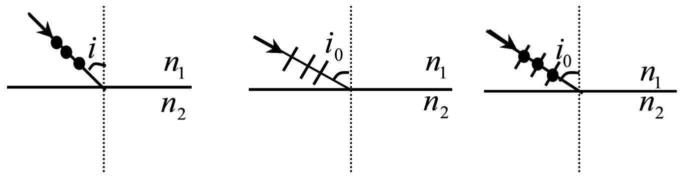
答：4,1，暗

8.（本小题 3 分）如图所示为光栅衍射光强分布曲线图，该光栅的总中缝数为$N=$_____；中央明纹区内共有_____条主极大；光栅常数d与缝宽a的比值$\dfrac{d}{a}=$__________。

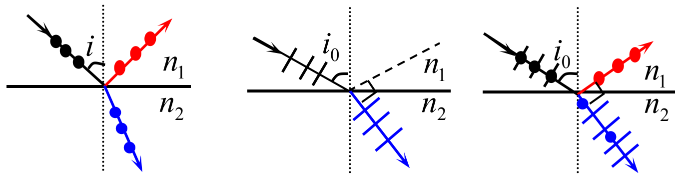


答：4,7，4

9. （本小题 3 分）　在以下三个图中，n_1 和 n_2 为两种介质的折射率，图中入射角 $i_0 = \mathrm{arctg}(n_2/n_1)$，$i \neq i_0$，试在图上画出实际存在的折射光线和反射光线，并用点或短线把振动方向表示出来。



答：



二、判断题：（10 小题，共 10 分）

[F]1、波方程 $y = A\cos(\omega t - 2\pi \dfrac{x}{\lambda} + \phi)$，表示该波向-$x$ 方向传播。

[T]2、一平面简谐波行波，其波速就是相速。

[T]3、驻波中，相邻的两个波节之间各点相位相同。

[F]4、当波源向着观察者运动时，观察者接收到的频率比波源频率低。

[F]5、获得相干光的方法为分波振面法和半波带法。

[F]6、等厚干涉是指薄膜厚度相等时的干涉。

[F]7、望远镜主要是通过减小入射波长来提高分辨率的。

[T]8、在光栅衍射实验中，若缝数 N 增加，各主极大会变得又窄又亮。

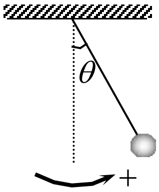
[F]9、干涉与衍射在本质上是根本不同的。

[F]10、在迈克尔逊干涉仪的一条光路中，放入一折射率为 n，厚度为 d 的透明介质薄片，放入后，这条光路的光程改变了 $(n-1)d$。

班级________ 学号________ 姓名________

密封装订线

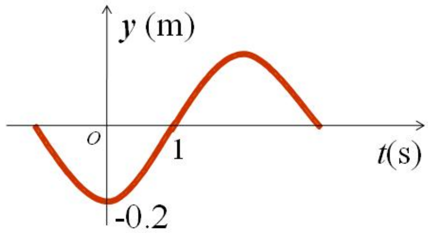
三、选择题：（**每小题 3 分，共 30 分。注意：题目中只有一个正确答案。**请在每页页脚处相应的题号中用圆圈圈上你的正确选择，例如：A、Ⓑ、C、D、E。**其它位置处答案不得分**）



1. 把单摆从平衡位置拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度θ，然后由静止放手任其振动，从放手时开始计时。若用余弦函数表示其运动方程，则该单摆振动的初相位为

(A) θ　　(B) $\frac{3}{2}\pi$　　(C) 0　　(D) $\frac{1}{2}\pi$

2. 某质点的振动曲线如右图所示，它的振动方程为



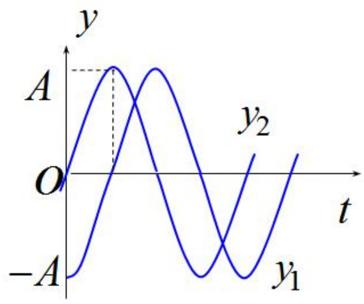
(A) $y=0.2\cos\left(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{2}\right)$ (SI)

(B) $y=0.2\cos\left(\frac{\pi}{2}t-\pi\right)$ (SI)

(C) $y=-0.2\cos\left(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{2}\right)$ (SI)

(D) $y=-0.2\cos\left(\frac{\pi}{2}t-\pi\right)$ (SI)

3. 图中所画的是两个频率相同、振幅相同的简谐振动的振动曲线，若这两个简谐振动可叠加，则用余弦表示的合振动的振幅和初相分别为：



(A) $\sqrt{2}A$，$\frac{3}{4}\pi$　　(B) $\sqrt{2}A$，$-\frac{3}{4}\pi$

(C) $\frac{1}{2}A$，$\frac{1}{2}\pi$　　(D) $2A$，π

4. 在弦线上有一简谐波，其表达式是 $y_1=2.0\times10^{-2}\cos[2\pi(t/0.02-x/20)+\pi/3]$ (SI)

为了在此弦线上形成驻波，此弦线上还应有一简谐波，其表达式为

(A) $y_2=3.0\times10^{-2}\cos[2\pi(t/0.02+x/20)+\pi/3]$ (SI)

(B) $y_2=2.0\times10^{-2}\cos[\pi(t/0.02+x/20)+2\pi/3]$ (SI)

(C) $y_2=2.0\times10^{-2}\cos[2\pi(t/0.02+x/20)+4\pi/3]$ (SI)

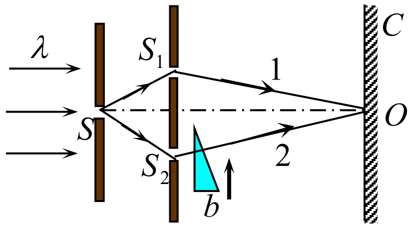
(D) $y_2=2.0\times10^{-2}\cos[2\pi(t/0.02-x/20)-\pi/3]$ (SI)

答案：

01．A、B、C、D　　02．A、B、C、D　　03．A、B、C、D

04．A、B、C、D

5. 如图所示，用波长为λ的单色光照射双缝干涉实验装置，若将一折射率为n、劈角为α的透明劈尖b插入光线 2 中，则当劈尖b缓慢向上移动时(只遮住S_2)，屏C上的干涉条纹



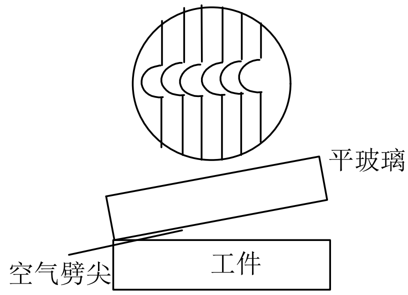
(A) 间隔不变，向下移动

(B) 间隔变小，向上移动

(C) 间隔变大，向下移动

(D) 间隔不变，向上移动

6. 用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷，当波长为λ的单色平行光垂直入射时，若观察到的干涉条纹如图所示，每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切，则工件表面与条纹弯曲处对应的部分



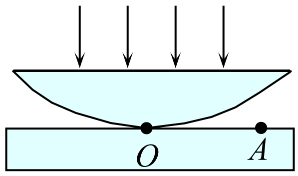
(A) 凸起，且高度为$\lambda / 4$

(B) 凸起，且高度为$\lambda / 2$

(C) 凹陷，且深度为$\lambda / 2$

(D) 凹陷，且深度为$\lambda / 4$

7. 图示为一空气牛顿环装置，设平凸透镜中心恰好和平玻璃接触，采用波长为λ单色平行光垂直入射，观察反射光形成的牛顿环。若向上抬离平凸透镜，中心由暗纹变为明纹再变为暗纹，则平凸透镜上移距离为：



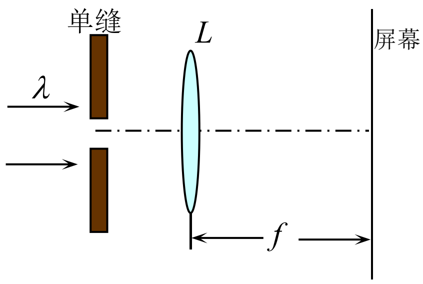
(A) $\lambda / 4$

(B) $\lambda / 2$

(C) λ

(D) 2λ

8. 在如图所示的单缝夫琅和费衍射实验中，若将单缝沿垂直于透镜主光轴方向作微小平移，则屏幕上的衍射条纹



(A) 条纹的位置不发生变化

(B) 间距变小

(C) 条纹的位置移动

(D) 间距不变，但明暗条纹的位置交替变化

9. 在光栅衍射实验中，若保持透光缝的宽度a不变，而把光栅常数d加大，则

(A) 单缝衍射的中央明纹区变宽，其中所包含的干涉主极大条纹数目不变

(B) 单缝衍射的中央明纹区不变，其中所包含的干涉主极大条纹数目变多

(C) 单缝衍射的中央明纹区变宽，其中所包含的干涉主极大条纹数目变多

(D) 单缝衍射的中央明纹区变窄，其中所包含的干涉主极大条纹数目变少

(E) 单缝衍射的中央明纹区变窄，其中所包含的干涉主极大条纹数目变多

10. 两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射其上时没有光线通过。当其中一偏振片慢慢转动 360° 时透射光强度发生的变化为：

(A) 光强单调增加；　　(B) 光强先增加，后又减小至零；

(C) 光强先增加，后减小，再增加；(D) 光强先增加，然后减小至零，再增加，再减小至零。

答案：1.C　2.B　3. B　4.C　5.A　6.C　7.B　8.A　9.B　10.D

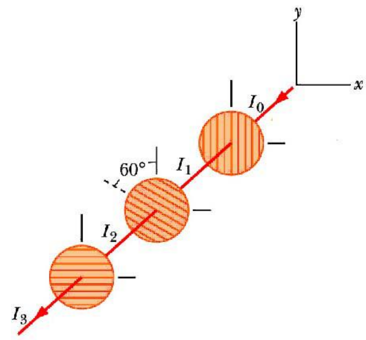
答案：

05．A、B、C、D　　06．A、B、C、D　　07．A、B、C、D

08．A、B、C、D　　09．A、B、C、D　　10．A、B、C、D

四、计算题：（3 小题，共 30 分）

1.（本小题 6 分）在如图所示的实验中，以光强为 I_0 的***自然光***入射，



（1）求经过三个偏振片后的出射光强 I_3；

（2）若将第二块偏振片从图示位置顺时针旋转 60^0（观察者面对纸面），求经过三个偏振片后的出射光强 I_3。

解：（1）自然光入射，则 $I_1=\frac{1}{2}I_0$ **..............1 分**

$I_2=I_1\cdot\cos^2 60^0=\frac{1}{2}I_0\cdot\cos^2 60^0=\frac{1}{8}I_0$　　**1 分**

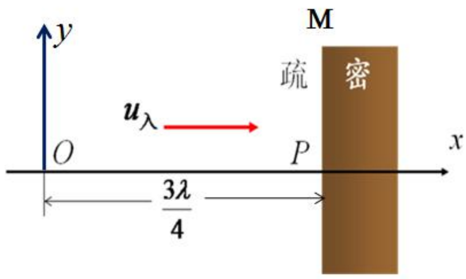
$I_3=I_2\cdot\cos^2 30^0=\frac{1}{2}I_0\cdot\cos^2 60^0\cdot\cos^2 30^0=\frac{3}{32}I_0$　　**1 分**

（2）自然光入射，则 $I_1=\frac{1}{2}I_0$　　**1 分**

$I_2=I_1\cdot\cos^2 0^0=\frac{1}{2}I_0$　　**1 分**

$I_3=I_2\cdot\cos^2 90^0=0$　　**1 分**

3.（本小题 12 分）如图所示，一平面简谐行波沿 $+x$ 方向传播，振幅、频率和波速分别为 A、ν、u。$t=0$ 时刻，该波在坐标原点 O 处引起的振动使媒质元正处于二分之一最大位移处并向 y 轴的正方向运动（即 $y_O=\frac{A}{2},\upsilon_O>0$）。



M 是垂直于 x 轴的媒质反射面，P 为反射点。已知 $\overline{OP}=3\lambda/4$（λ 为该波波长）；设反射波不衰减，求：

（1）入射波的波动方程；（2）反射波的波动方程；（3）x 轴上干涉静止点的位置。

解：（1）根据 $t=0$ 时刻，$y_o=\frac{A}{2},\upsilon_o>0\Rightarrow\varphi_0=-\frac{\pi}{3}$ **1 分**

则 O 点的振动方程为 $y_0=A\cos(2\pi\nu t-\frac{\pi}{3})$ **1 分**

入射波的波动方程为：$y_入(x,t)=A\cos\left[2\pi\nu t-\frac{2\pi}{\lambda}x-\frac{\pi}{3}\right]$ **2 分**

也可以写成：$y_入(x,t)=A\cos\left[2\pi\nu\left(t-\frac{x}{u}\right)-\frac{\pi}{3}\right]$

（2）入射波在反射点 P 引起的振动方程为：

$$y_入(x_P,t)=A\cos\left[2\pi\nu t-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{3\lambda}{4}-\frac{\pi}{3}\right]=A\cos\left(2\pi\nu t-\frac{11}{6}\pi\right)$$ **1 分**

或者：$y_入(x_P,t)=A\cos\left[2\pi\nu\left(t-\frac{3\lambda/4}{u}\right)-\frac{\pi}{3}\right]=A\cos\left(2\pi\nu t-\frac{11}{6}\pi\right)$

考虑半波损失，反射波在反射点 P 引起的振动方程为：

$$y_反(x_P,t)=A\cos\left(2\pi\nu t-\frac{11}{6}\pi+\pi\right)=A\cos\left(2\pi\nu t-\frac{5}{6}\pi\right)$$ **2 分**

反射波波动方程为

$$y_反(x,t)=A\cos\left[2\pi\nu t+\frac{2\pi}{\lambda}(x-x_P)-\frac{5}{6}\pi\right]$$

$$=A\cos\left[2\pi\nu t+\frac{2\pi}{\lambda}\left(x-3\lambda/4\right)-\frac{5}{6}\pi\right]$$ **2 分**

$$=A\cos\left[2\pi\nu t+\frac{2\pi}{\lambda}x-\frac{1}{3}\pi\right]$$

$$y_反(x,t)=A\cos\left[2\pi\nu\left(t+\frac{x-x_P}{u}\right)-\frac{5}{6}\pi\right]$$

也可以是：

$$=A\cos\left[2\pi\nu\left(t+\frac{x-3\lambda/4}{u}\right)-\frac{5}{6}\pi\right]$$

$$=A\cos\left[2\pi\nu\left(t+\frac{x}{u}\right)-\frac{1}{3}\pi\right]$$

（3）x 轴上干涉静止点的位置：

入射波的波动方程为：$y_{入}(x,t)=A\cos\left[2\pi\nu t-\frac{2\pi}{\lambda}x-\frac{\pi}{3}\right]$

反射波的波动方程为：$y_{反}(x,t)=A\cos\left[2\pi\nu t+\frac{2\pi}{\lambda}x-\frac{1}{3}\pi\right]$

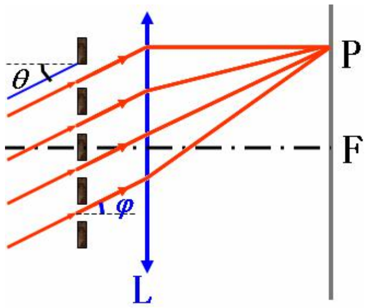
$$\Delta\varphi=\left[2\pi\nu t+\frac{2\pi}{\lambda}x-\frac{\pi}{3}\right]-\left[2\pi\nu t-\frac{2\pi}{\lambda}x-\frac{\pi}{3}\right]$$ **2 分**

$$=\frac{4\pi}{\lambda}x=(2k+1)\pi$$

$$\Rightarrow x=(2k+1)\frac{\lambda}{4},\because x\le\frac{3}{4}\lambda,k=1,0\cdots$$ **1 分**

$$x=\frac{3}{4}\lambda,\frac{1}{4}\lambda,\ldots$$

2. （本小题 12 分）一光栅的光栅常数 $d=4a=2.4\times10^{-6}(\mathrm{m})$，



（1）当波长λ=5000Å的单色光垂直入射光栅时(即图中$\theta=0^0$)，求在屏幕上可能呈现的全部主极大的级次；

（2）如果波长为λ=6000Å的单色光光以$\theta=30^0$斜入射光栅，求在屏幕上可能呈现的全部主极大的级次。

注意：1）该题很多同学出错是第二问依然用第一问的波长，以后出题避免一题有 2 种波长；2）应规定衍射角以逆时针为正。

解： (1) 垂直入射时，$d\sin\varphi=k\lambda,k=0,\pm1,\pm2\ldots$ 1 分

$$-\frac{\pi}{2}<\varphi<\frac{\pi}{2}\Rightarrow-1<\sin\varphi<1\Rightarrow k_{\max}<\frac{d}{\lambda}$$ 1 分

衍射最大级次满足 $k_{\max}<\frac{d}{\lambda}=\frac{2.4\times10^{-6}}{5\times10^{-7}}=4.8,\quad k_{\max}=4$ 1 分

缺级：光栅公式 $d\sin\varphi=k\lambda,k=0,\pm1,\pm2\ldots$

暗纹条件 $a\sin\varphi=k'\lambda,k'=\pm1,\pm2\ldots$

两个式子相除，得到，$\frac{k}{k'}=\frac{d}{a}=4\Rightarrow k=4k'$， 2 分

第 4 级主明纹将缺级，（或写成±4 级将缺级）

在屏上可能呈现的全部主极大的级次为：$k=0$，±1，±2，±3 共 7 个主极大。 1 分

（2）斜入射时，光程差的表达式为：$\Delta = d\sin\varphi - d\sin\theta = k\lambda$ 1 分

φ 的取值范围为：$-\dfrac{\pi}{2} < \varphi < \dfrac{\pi}{2}$

即：$-1 < \sin\varphi < 1 \Rightarrow \dfrac{-d - d\sin\theta}{\lambda} < k < \dfrac{d - d\sin\theta}{\lambda}$， 1 分

代入数据计算，得到 $-6 < k < 2$， **1 分**

考虑缺级： $\begin{aligned} &d\sin\varphi - d\sin\theta = k\lambda, k = 0, \pm1, \pm2 \ldots \\ &a\sin\varphi - a\sin\theta = k'\lambda, k' = \pm1, \pm2 \ldots \end{aligned}$，

两式相除，得到 $\dfrac{k}{k'} = \dfrac{d}{a} = 4 \Rightarrow k = 4k'$，-4 级主明纹将缺级 2 分

在屏上可能呈现的全部主极大的级次为：k = -5，-3，-2，-1, 0，1，共 6 个主极大。 1 分

（2）也可以是这样：斜入射时，光程差的表达式为：$\Delta = d\sin\theta - d\sin\varphi = k\lambda$

φ 的取值范围为：$-\dfrac{\pi}{2} < \varphi < \dfrac{\pi}{2}$

即：$-1 < \sin\varphi < 1 \Rightarrow \dfrac{d\sin\theta - d}{\lambda} < k < \dfrac{d + d\sin\theta}{\lambda}$，

代入数据计算，得到 $-2 < k < 6$，

考虑缺级： $\begin{aligned} &d\sin\theta - d\sin\varphi = k\lambda, k = 0, \pm1, \pm2 \ldots \\ &a\sin\theta - a\sin\varphi = k'\lambda, k' = \pm1, \pm2 \ldots \end{aligned}$，

两式相除，得到 $\dfrac{k}{k'} = \dfrac{d}{a} = 4 \Rightarrow k = 4k'$，+4 级主明纹将缺级

在屏上可能呈现的全部主极大的级次为：k = -1，0，1，2, 3，5，共 6 个主极大。