

\*\*\*学年\*\*\*学期\*\*\*考试试卷 A

《工程光学(2)》(共 7 页)

(考试时间: 2 小时)

题号	一	二	三	四	成绩	核分人签字
得分						

一、简答题 (任选 5 题, 每题 8 分, 共计 40 分)

1、画出下列相干光源照射楔形平板产生干涉条纹的定域面的位置, 并简要说明。  
(如图 1 所示)

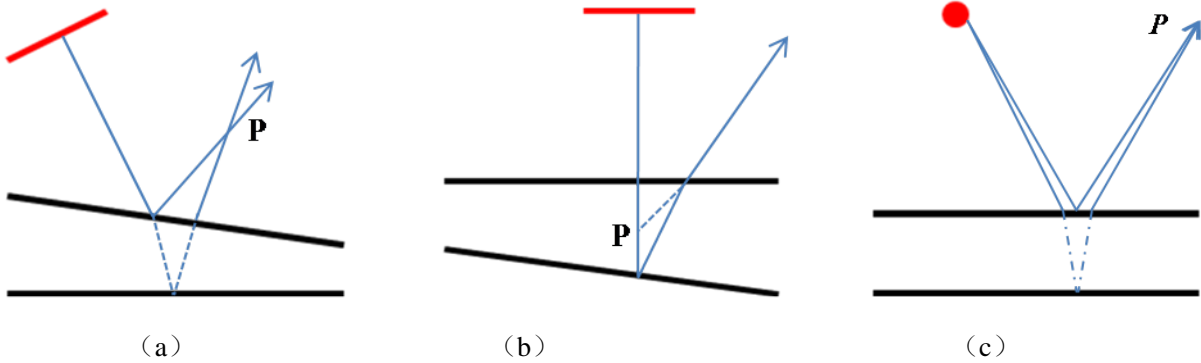


图 1

(a) 定域面在板上 (b) 定域面在板内 (c) 平行板的定域面

2、简述产生干涉必须满足的条件有哪些?

答: 干涉现象的产生必须满足以下 3 个必要条件:

- 1) 参与干涉的各波的频率相同;
- 2) 各波见的位相差恒定;
- 3) 各波的振动方向相同;

以及, 叠加的各光波间的光程差不超过光源波列的相干长度。

3、F-P 标准具可用作光谱线超精细结构的研究, 设光源中含有两条谱线  $\lambda_1$  (虚线) 和  $\lambda_2$  (实线), 说明图 2 中 4 个参数的物理意义, 及相互关系。

答: 如图中  $\lambda_2 = \lambda_1 + \Delta\lambda, \Delta\lambda < 0, \lambda_2 < \lambda_1$

波长为  $\lambda_1$  形成一组干涉级为  $m_1$  的等倾干涉条纹;

波长为  $\lambda_2$  形成一组干涉级为  $m_2$  的等倾干涉条纹。(2 分)

e 是同一波长的相邻条纹的间距;

$\Delta e$  是不同波长的相同几次的干涉条纹的间距,

称为条纹的相对位移。(2 分)

当两波长差增大, 也相应增大。

当波长长的的高级次条纹与波长短的的低级次的条纹重叠

图 2

即称为越级次, 换句话说, 第  $m_1$  级次条纹与第  $m_2$  级次条纹重叠,

就说波长的条纹越级, 即存在这样的关系:  $\lambda_1 m = \lambda_2 (m-1)$  (4 分)

4、简述平行平板的等倾干涉条纹与等厚干涉牛顿环的相同点与不同点。

答：（4 分）相同点：

- 1）两种干涉条纹均是一组明暗相间的同心圆环组成；
- 2）条纹间距随着离中心距离的增大而减小，即中心条纹疏间距大，边缘的条纹密间距小；

（4 分）不同点：

- 1）牛顿环圆条纹的中心总是暗的，而等倾干涉圆条纹的中心是亮暗，由对应的中心干涉级次决定；
- 2）牛顿环干涉条纹的干涉级次由中心向外增大；等倾干涉圆条纹的干涉级次由中心向外减小，即圆心的干涉级次最高。

5、在图 3 所示牛顿环装置中，用平行光垂直照明。

- （1）当透镜沿光轴靠近平板时（图 3(a)），条纹将如何变化？为什么？
- （2）若透镜曲率半径变小（图 3(b)），则干涉条纹有何变化？为什么？

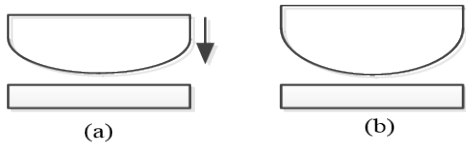


图 3

答：（1）中心圆条纹向边缘移动，从中心冒出，条纹由密变疏。

因为当透镜向平板靠近是，由于  $h$  减少后光程差减小，所以条纹向透镜移动前光程差/级次较大的方向即边缘移动。（4 分）

（2）条纹由外向中心收缩，条纹由疏变密，圆条纹间距变小，条纹数增加。

因为当透镜曲率半径变小后，相同位置处的  $h$  增大，光程差增大，条纹由曲率变小前光程差大的级次条纹替代，即级次大的外围条纹向中心移动，所以条纹数增多。（4 分）

6、分析迈克尔逊测星干涉仪工作原理（如图 4）。

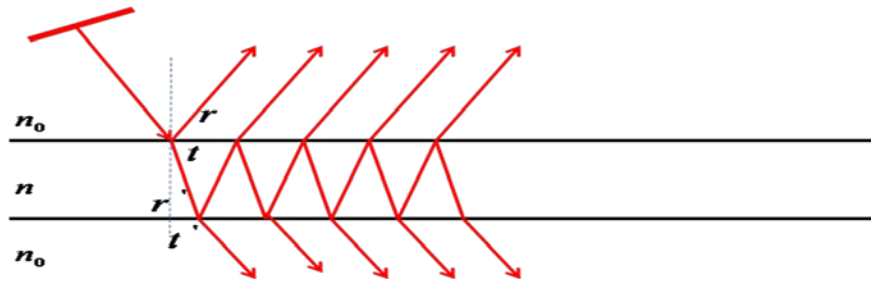
答：迈克尔逊测星干涉仪利用了扩展光源的临界临界宽度的概念，即当条纹可见度为 0 时的光源宽度。我们把星体看成是一个扩展光源。（3 分）

如图所示，L 是望远镜，反射镜  $M_1$  和  $M_2$  分别把由被测星体发射来的两束光反射给反射镜  $M_2$  与  $M_3$ ，反射镜  $M_2$  与  $M_3$  再反射进望远镜 L，在焦平面，即观察平面上会聚，产生干涉。反射镜  $M_2$  与  $M_3$  能移动，其间距离为  $d$ ，当在观察到的干涉条纹正好消失时，得到的星体大小的一维尺寸相当于一个扩展光源临界宽度的大小。（5 分）

图 4

三、计算题（任选 4 题，每题 15 分，共计 60 分）

1、完成图 5 中被平行平板上下介面反射和透射的各条光线，写出各条光束的复振幅的表达式，上下介面的反射系数与透射系数分别是  $r, t, r', t'$ 。



解：设入射光的振幅为  $A$ ，则有

反射光

$$A_0^{(r)} = rA$$

$$A_1^{(r)} = tr't'A$$

$$A_2^{(r)} = tr'^3t'A$$

$$A_3^{(r)} = tr'^5t'A$$

.....

$$A_p^{(r)} = tr'^{(2p-1)}t'A$$

透射光

$$A_1^{(t)} = tt'A$$

$$A_2^{(t)} = tr'^2t'A$$

$$A_3^{(t)} = tr'^4t'A$$

$$A_4^{(t)} = tr'^6t'A$$

.....

$$A_p^{(t)} = tr'^{(2p-2)}t'A$$

2、在等倾干涉实验中，若照明光波的波长  $\lambda = 600nm$ ，平板的厚度  $h = 2.5mm$ ，折射率  $n = 1.5$ ，其下表面涂上某种高折射率介质( $n_H > 1.5$ )，问

1) 在反射光方向观察到的圆条纹中心是暗还是亮？

2) 由中心向外计算，第 8 个亮环的半径是多少？（设观察望远镜物镜的焦距为 10cm。）  
第 8 个亮环处的条纹间距是多少？

解：

$$(1) \quad 2nh + \lambda = m\lambda \quad m = 12501, \text{ 亮纹} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(2) \quad q=1, n=1.5, n'=1, N=8$$

$$\theta_{1N} \approx \frac{1}{n'} \sqrt{\frac{n\lambda}{h}} \cdot \sqrt{N-1+q} = 0.0537 \text{ rad} \quad (3 \text{ 分})$$

$$r = \theta_{1N} f = 5.37 \text{ mm} \quad (2 \text{ 分})$$

$$|d\theta_1| = \left| \frac{n\lambda}{2n'^2 h \sin \theta_1} \right| = 0.00335 \text{ rad} \quad (3 \text{ 分})$$

$$e = f \cdot d\theta_1 = 0.0335 \text{ mm} \quad (2 \text{ 分})$$

3、用 F-P 标准具分析汞的四种同位素（超精细结构分别为 546.0753nm、546.0745nm、546.0734nm、546.0728nm），问如何选取标准具的间距？（设标准具板面的反射率 R=0.9）。解：光源中心点  $\Delta_1 = 2nh$  (2 分)

解： 最大波长差：  $\Delta\lambda_{max} = 0.0025nm$ , (1 分)

标准具的自由光谱范围  $\frac{\lambda^2}{2h}$  (2 分)

应有  $\Delta\lambda_{max} < \frac{\lambda^2}{2h}$  (1 分)

所以  $h < 60mm$  (1 分)

最小波长差：  $\Delta\lambda_{min} = 0.0006nm$  (1 分)

标准具分辨本领：  
 $A = \frac{\lambda}{\Delta\lambda_m} = 0.97ms$  (2 分)

其中，干涉级次  $m = 2h/\lambda$ , (1 分)

条纹精细度：  $s = \frac{\pi\sqrt{R}}{1-R} = 30$  (1 分)

标准具能分辨的最小波长差：  $\Delta\lambda_m = \frac{\lambda^2}{0.97 \times 2hs}$

应有  $\Delta\lambda_{min} > \frac{\lambda^2}{0.97 \times 2hs}$  (1 分)

所以  $h > 8.5mm$  (1 分)

4、试根据干涉条纹许可清晰度的条件求出在等厚干涉中光源的许可宽度。  
光源边缘点  $\Delta_2 = 2nh \cos \theta_2$  (2 分)

$\Delta = \Delta_1 - \Delta_2 = 2nh - 2nh \cos \theta_2 \leq \lambda/4$  (3 分)

$\Delta \approx nh\theta_2^2 = \frac{n'^2h}{n}\theta_1^2 \leq \frac{\lambda}{4}$  (2 分)

$\theta_1 = \frac{1}{2n'}\sqrt{\frac{n\lambda}{h}}$  (1 分)

光源宽度  $d = 2\theta_1f = \frac{f}{n'}\sqrt{\frac{n\lambda}{h}}$  (2 分)

学院\_\_\_\_\_专业\_\_\_\_\_班\_\_\_\_\_年级\_\_\_\_\_学号\_\_\_\_\_姓名\_\_\_\_\_

共 5 页 第 5 页

5、洛埃镜实验中，光源 $S_1$ 到观察屏距离 1.5m，到洛埃镜的垂直距离 2mm，洛埃镜长 40cm，

置于光源与屏之间的中央，如图 6 所示。问：屏上可以看到干涉条纹的区域？

若波长 500nm，干涉条纹间距是多少？屏上可见几条条纹？

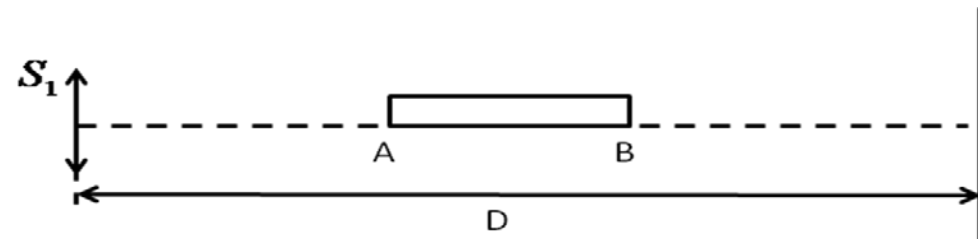
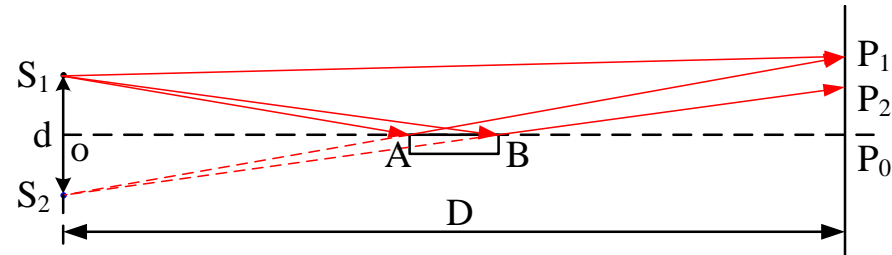


图 6

解：



(1) 两束光（反射与直射）交汇的区域  $P_1P_2$ 。 (4 分)

(2)  $d=4\text{mm}$ ,  $D=1500\text{mm}$

$$e = \frac{\lambda D}{d} = 0.1875\text{mm} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(3) \quad P_1P_0 = \frac{S_1O}{D/2 - AB/2} (D/2 + AB/2) = 3.45\text{mm}$$

$$N_1 = \frac{P_1P_0}{e} = 18.4$$

$$P_2P_0 = \frac{S_1O}{D/2 + AB/2} (D/2 - AB/2) = 1.16\text{mm}$$

$$N_2 = \frac{P_2P_0}{e} = 6.19$$

$$N = N_1 - N_2 = 12.21$$

12 条暗条纹

(4 分)