

中国科学技术大学
2022-2023 学年第一学期期末考试试卷(A 卷)

课程名称: 《光学》 课程编号: PHYS1003A

姓名: _____ 学号: _____ 得分: _____

*说明: 所有计算结果最多保留 3 位有效数字

(普朗克常数 $6.63 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg} / \text{s}$, 光速 $2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$, 电子电荷 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

一、选择或填空题 (每小题 4 分, 共 40 分)

1、自然光沿 Z 轴入射, 依次经过三个检偏器, 检偏器允许透过的偏振态方向在 XY 平面内, 且依次为 X 轴, 与 X 轴夹 45° , Y 轴。三个检偏器的总透过率为 ()

- (A) $1/2$ (B) $1/4$
(C) $1/8$ (D) 0

2、波长 600nm 的扩展光源照射迈克尔逊干涉仪, 调节装置使得一个反射镜与另一臂反射镜所成的像保持平行, 二者构成等效空气层。调节一个反射镜的位置使得等效空气层的厚度增大 600nm 。则视场中心 ()

- (A) 冒出 1 个条纹 (B) 内陷 1 个条纹
(C) 冒出 2 个条纹 (D) 内陷 2 个条纹

3、入射激光的中心波长为 500nm , 线宽为 0.834nm 。照射迈克尔逊干涉仪, 调节装置使得一个反射镜与另一臂反射镜所成的像重合。扫描其中一个反射镜的位置观察干涉条纹的改变。考虑时间相干性, 自当前位置算起该反射镜位置可移动的最大距离为 ()

- (A) 0.3mm (B) 0.15mm
(C) 0.3cm (D) 0.15cm

4、对玻璃膜的两面镀上高反射银膜, 基于多光束干涉原理可获得干涉滤光片。假设玻璃膜的折射率为 1.5, 玻璃膜厚为 $0.5\mu\text{m}$ 。正入射条件下, 在可见光 [$400\text{nm}, 760\text{nm}$]范围内透射最强的谱线有几条? ()

- (A) 1 (B) 2
(C) 3 (D) 4

5、在单缝的夫琅禾费衍射实验中，对于角度为 θ 的衍射方向，单缝恰好能被分割成 4 个半波带，那么在角度为 θ 的衍射方向，所形成的图案为（ ）。

- (A) 明条纹 (B) 暗条纹 (C) 非明非暗 (D) 不确定

6、杨氏双孔干涉实验中， 600nm 波长的点光源照射在 x 轴方向间距为 0.5mm 的双孔，屏上观察到的条纹间距为 2.4mm 。当光源沿 x 方向移动 0.6mm 时，屏上的干涉条纹移动了 2.4mm 。该干涉装置下光源的极限宽度为 ____。假设扩大双孔间距为 1mm ，则屏上的条纹间距为 ____。

7、衍射法测细丝直径，即使用细丝替代单缝夫琅禾费衍射装置中的单缝。正入射，光波长为 500nm ，透镜焦距 100cm ，零级衍射斑的宽度为 2cm ，则细丝直径为 ____，三级衍射斑的宽度为 ____。

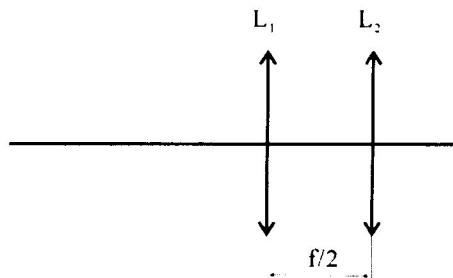
8、 630nm 波长的激光照射，观察牛顿环干涉条纹，从中间数第五环和第十五环的半径分别为 0.7mm 和 1.7mm ，则球面镜的曲率半径为 ____，利用该球面镜反射成像，则球面反射镜的焦距大小为 ____。

9、椭偏光自空气入射到玻璃片上，发现反射光为线偏振光，玻璃折射率为 1.5 ，入射角度为 ____。正入射时，该玻璃片单面的光强反射率为 ____。

10、双光子光电效应是指金属同时吸收两个光子的能量，产生光电子。对铝来说，移去一个电子所需的能量是 4.2eV ，使用波长为 400nm 的强激光照射铝表面观察到双光子光电效应，测得的遏止电压是 ____。 400nm 光子的动量为 _____。

二、计算题（每小题 12 分，共 60 分）

11、（12 分）两个相同的正透镜 L_1 和 L_2 ，焦距为 f ，相距为 $f/2$ 。（1）在 L_1 左侧 $4f$ 处放置一物，求像的位置和放大率；（2）把两个透镜组合看作一个厚透镜，求该厚透镜的像方焦点位置。



12、(12分) 法布里-珀罗干涉仪的透射光强为

$$I_T = \frac{I_0}{1 + 4R\sin^2(\frac{\delta}{2})/(1 - R)^2}$$

设腔长为 5cm，腔内为空气，用波长为 600 nm 的扩展光源照射。

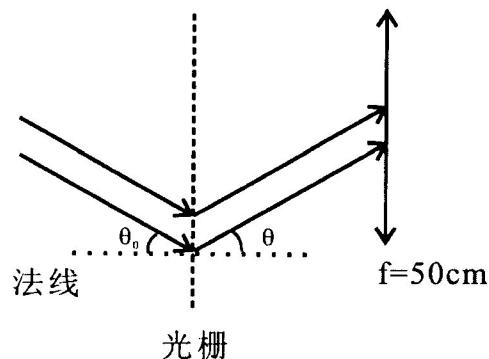
- (1) 求中心干涉级次，并给出其纵模间隔（即频率域上两相邻共振峰的频率间隔）；
- (2) 设反射率 $R=0.98$ ，当光线倾角为 1° 附近时，干涉环的角半径 (FWHM)；
- (3) 中心干涉级次的最小分辨波长间隔；
- (4) 由于温度波动导致腔长变化了 10^{-5} (相对值)，求共振谱线的频率漂移量。

13、(12 分) 菲涅尔波带片, 波长 $\lambda=600\text{nm}$ 的平行光正入射

- (1) 要求其第一焦距为 400mm, 请问第一个半波带的半径
- (2) 要求主焦点的光强是自由传播光强的 10000 倍, 请问黑白型波带片至少应有多大的有效半径?
- (3) 如果将 (2) 中波带片不透光的环带以折射率为 $n=1.6$ 的透明膜代替, 请问主焦点的光强最大值是自由传播光强的多少倍? 相应的薄膜厚度至少是多少?
(不考虑薄膜对光的吸收)
- (4) 入射光换为点光源, 距离波带片左侧间距为 500mm, 请问波带片产生的像点位置?

14、(12 分) 波长 $\lambda=500\text{nm}$ 激光以 $\theta_0=30^\circ$ 斜入射到透射式光栅上，入射光线与衍射光线在光栅法线的同侧。光栅常数 $d=1.5\mu\text{m}$ ，缝宽 $a=0.5\mu\text{m}$ ，聚光镜的焦距 f 为 50cm 。

- (1) 屏幕上可以观察到几个主极大条纹？并给出相应衍射角 θ 。
- (2) 求 4 级光谱的线色散本领。
- (3) 现需要分辨 500nm 和 500.125nm 的两束单色激光，请问该光栅的有效宽度至少应为多大？
- (4) 如希望观察到 5 级光谱，入射倾角 θ_0 至少为多大？



15、(12分)如图为偏振光的干涉装置，其中 P_1 、 P_2 为偏振棱镜，二者的透过偏振方向分别为 Y 轴和 X 轴方向。光沿 Z 轴方向传播。 P_1 、 P_2 之间放置一片石英晶体，其光轴方向在 XY 平面内。对于波长为 $\lambda=650\text{nm}$ 的光， $n_e=1.5533$ ， $n_o=1.5442$ 。强度为 I_0 的平行自然光正入射，问：

- (1) 设石英晶体厚度 d ，石英晶体光轴与 X 轴夹 α 角度，请推导出 P_2 透过光强的表达式。基于此给出其最大值，以及所需石英晶体的最小厚度及其光轴指向。
- (2) 如给定石英晶体的厚度为 $d=0.161\text{mm}$ ，请问透过 P_2 的光强最大多大，以及此时石英晶体的光轴指向。

