

中山大学

2019 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 903

科目名称: 光学

考试时间: 2018 年 12 月 23 日下午

考生须知
全部答案一律写在答题纸
上, 答在试题纸上的不计分! 答
题要写清题号, 不必抄题。

本试卷共计 38 道题, 分为选择题、填空题、计算题、证明题、改错题和问答题。
考生需要使用计算器, 自备直尺和圆规。

一、选择题(共 24 分, 每题 3 分)

1 当单色平行光垂直入射时, 观察单缝的夫琅禾费衍射图样, 设 I_0 表示中央极大(主极大)的光强, θ_1 表示中央条纹的半角宽度, 若只是把单缝的宽度增大为原来的 3 倍, 其他条件不变, 则 []

(A) I_0 增大为原来的 9 倍, $\sin \theta_1$ 变为原来的 $\frac{1}{3}$;

(B) I_0 增大为原来的 3 倍, $\sin \theta_1$ 变为原来的 $\frac{1}{3}$;

(C) I_0 增大为原来的 3 倍, $\sin \theta_1$ 变为原来的 3 倍;

(D) I_0 不变, $\sin \theta_1$ 变为原来的 $\frac{1}{3}$ 。

2 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 180° 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, 再增加, 再减小至零。

3 下列说法哪个是正确的? []

(A) 一束圆偏振光垂直入射通过四分之一波片后将成为线偏振光;

(B) 一束椭圆偏振光垂直入射通过二分之一波片后将成为线偏振光;

(C) 一束圆偏振光垂直入射通过二分之一波片后将成为线偏振光;

(D) 一束自然光垂直入射通过四分之一波片后将成为线偏振光。

4 在相同的时间内, 一束单色光在空气中和在玻璃中 []

(A) 传播的路程相等, 走过的光程相等; (B) 传播的路程相等, 走过的光程不相等;

(C) 传播的路程不相等, 走过的光程相等; (D) 传播的路程不相等, 走过的光程不相等。

5 波长为 550nm 的单色光垂直入射于光栅常数 $2 \mu\text{m}$ 的平面衍射光栅上, 可能观察到的光谱线的最大级次为 []

(A) 2;

(B) 3;

(C) 4;

(D) 5。

考试完毕, 试题随答题纸一起交回。

第 1 页 共 5 页

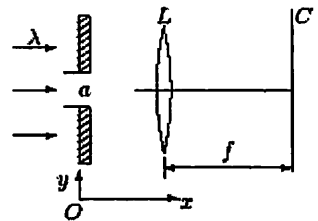
6 仅用一个偏振片观察一束单色光时, 发现出射光存在强度为最大的位置(标出此方向 MN), 但无消光位置, 在偏振片前放置一块四分之一波片, 且使波片的光轴与标出的方向 MN 平行, 这时旋转偏振片, 观察到有消光位置, 则这束单色光是[]

- (A) 线偏振光; (B) 椭圆偏振光;
(C) 自然光与椭圆偏振光的混合; (D) 自然光与线偏振光的混合。

7 孔径相同的微波望远镜和光学望远镜相比较, 前者的分辨本领较小的原因是[]

- (A) 星体发出的微波能量比可见光能量小; (B) 微波更易被大气所吸收;
(C) 大气对微波的折射率较小; (D) 微波波长比可见光波长长。

8 在如图所示的夫琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变窄, 同时使会聚透镜 L 沿 y 轴正方向作微小平移(单缝与屏幕位置不动), 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将[]



- (A) 变宽, 同时向上移动; (B) 变宽, 同时向下移动;
(C) 变窄, 同时向上移动; (D) 变窄, 不移动。

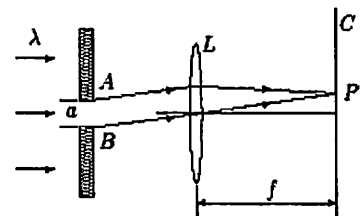
二、填空题(共 63 分, 9-17, 19-25 和 28 每题 3 分, 18、26、27 每题 4 分)

9 在双折射晶体内部, 有某种特定方向称为晶体的光轴. 光在晶体内沿光轴传播时, _____光和 _____光的传播速度相等。

10 一束单色线偏振光通过旋光性溶液时, 线偏振光振动面发生旋转, 旋转角的表示式为 $\Delta = \alpha LC$ 其中 L 为 _____; C 为 _____。

11 太阳光以入射角 $i = 52^\circ$ 从空气射在折射率为 1.4 的薄膜上, 若要透射光中波长 670 nm 的红光较强, 薄膜的最小厚度应为 _____。

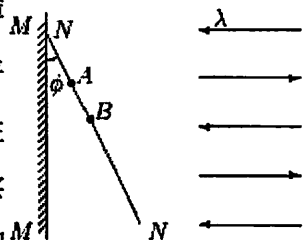
12 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置示意图中, 用波长为 λ 的单色光垂直入射在单缝上, 若 P 点是衍射条纹中的中央明纹旁第二个暗条纹的中心, 则由单缝边缘的 A 、 B 两点分别到达 P 点的衍射光线光程差是 _____。



13 光的干涉和衍射现象反映了光的 _____ 性质。光的偏振现象说明光波是 _____ 波。

14 单色平行光垂直照射一狭缝, 在缝后远处的屏上观察到夫琅禾费衍射图样, 现在把缝宽加倍, 则透过狭缝的光的能量变为 _____ 倍, 屏上图样的中央光强变为 _____ 倍。

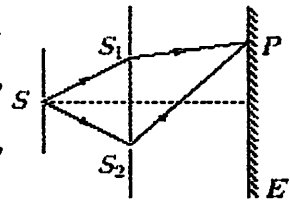
15 维纳光驻波实验装置示意如图。MM 为金属反射镜; NN 为涂有极薄感光层的玻璃板。MM 与 NN 之间夹角 $\phi = 3.0 \times 10^{-4} \text{ rad}$, 波长为 λ 的平面单色光通过 NN 板垂直入射到 MM 金属反射镜上, 则反射光与入射光在相遇区域形成光驻波, NN 板的感光层上形成对应于波腹波节的条纹。实验测得两个相邻的驻波波腹感光点 A、B 的间距为 1.0 mm, 则入射光波的波长为 _____。



16 在迈克尔逊干涉仪的一支光路上，垂直于光路放入折射率为 n 、厚度为 h 的透明介质薄膜。与未放入此薄膜时相比较，两光束光程差的改变量为_____。

17 一束单色线偏振光沿光轴方向通过厚度为 d 的旋光晶体，组成线偏振光的右旋和左旋圆偏振光在通过旋光晶体后所发生的相位差 δ 可以表示为 $\delta = 2\pi(n_R - n_L)d/\lambda$ ，其中， n_R 为_____； n_L 为_____。

18 如图所示，在双缝干涉实验中 $SS_1 = SS_2$ ，用波长为 λ 的光照射双缝 S_1 和 S_2 ，通过空气后在屏幕 E 上形成干涉条纹。已知 P 点处为第三级明条纹，则 S_1 和 S_2 到 P 点的光程差为_____。若将整个装置放于某种透明液体中， P 点为第四级明条纹，则该液体的折射率 $n =$ _____。



19 在双缝衍射实验中，若缝宽 a 和两缝中心间距 d 满足 $d/a = 5$ ，则中心一侧第三级明条纹强度与中央明条纹强度之比 $I_3 : I_0 =$ _____。

20 使用尼科耳棱镜观测部分偏振光的偏振度，若不考虑棱镜对透射光的吸收，当透过尼科耳的光强由相对于极大值的位置转过 60° 时，透射光强减弱为一半，则可计算出该光束的偏振度为_____。

21 平行单色光垂直入射在缝宽为 $a = 0.15\text{mm}$ 的单缝上。缝后有焦距为 $f = 400\text{mm}$ 的凸透镜，在其焦平面上放置观察屏幕。现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为 8mm ，则入射光的波长为 $\lambda =$ _____。

22 全息照片上纪录了许许多多明、暗_____条纹，条纹分布极其细密，犹如一个极其复杂的光栅。当全息照片被再现光波照射时，就会产生光的_____现象。

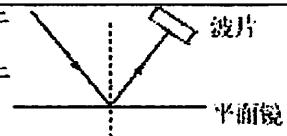
23 圆偏振光通过一个四分之一波片后，出射的光是_____偏振光。

24 以一束待测伦琴射线射到晶面间距为 0.282nm 的晶面族上，测得与第一级主极大的反射光相应的掠射角为 $17^\circ 30'$ ，则待测伦琴射线的波长为_____。

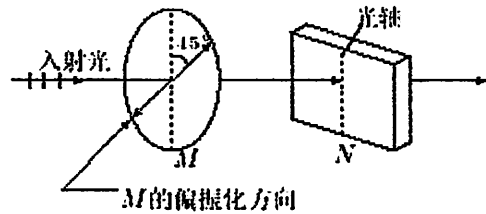
25 对波长为 589.3nm 的钠光，石英的旋光率 $21.7^\circ/\text{mm}$ 。若将一石英晶体垂直其光轴切割制成晶片，放在两个偏振化方向互相平行的偏振片 P_1 、 P_2 之间，使三者互相平行放置并使钠光垂直于 P_1 射入，则当石英晶片的厚度为_____mm时，没有光通过 P_2 。

26 光强为 I 的一束单色自然光垂直入射在偏振片上，之后又通过一个四分之一波片，偏振片的偏振化方向和四分之一波片的光轴成 45° 角，则透过四分之一波片的光为_____偏振光。若不考虑偏振片及四分之一波片对透射光的反射和吸收，则连续穿过偏振片及四分之一波片后，单色光的强度为_____。

27 如图所示,一束单色右旋圆偏振光经平玻璃表面反射(若入射角小于布儒斯特角)后为_____偏振光。让该反射光垂直入射到波片光轴垂直于纸面的四分之一波片上,则透射光为_____偏振光。



28 如图所示,一束线偏振光垂直地穿过一个偏振片 M 和一个 1/4 波片 N,入射线偏振光的光振动方向与 1/4 波片的光轴平行,偏振片 M 的偏振化方向与 1/4 波片 N 光轴的夹角为 45° ,则经过 M 后的光是_____偏振光;经过 N 后的光是_____偏振光。

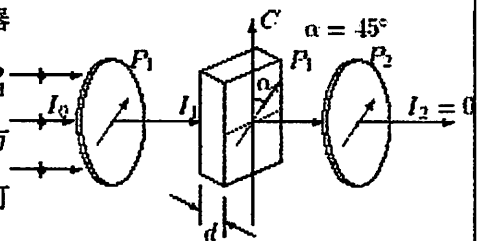


三、计算题(共 15 分)

29 在观察肥皂水薄膜(折射率为 1.33)的反射光时,某处 500nm 的绿色光反射最强,且这是法线和视线之间的夹角为 45° ,求该处膜的最小厚度。

30 一束波长为 589.3nm 的单色线偏振光垂直通过水晶薄片,光轴与晶面垂直。已知水晶对右旋和左旋圆偏振光的折射率分别为 $n_R = 1.55812$ 和 $n_L = 1.54870$,若通过晶片后右旋和左旋圆偏振光所发生的相位差为 π ,则晶片厚度 d 为多大?

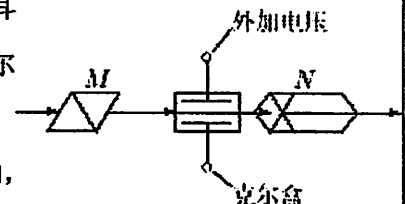
31 如图所示,在两个偏振化方向互相平行的偏振片和 P_2 之间插入一块厚度为 d 的方解石晶片,用波长为 500nm 的单色平行自然光垂直入射时,透过检偏器 P_2 的光强恰好为零。已知此方解石晶片的光轴 C 与起偏器 P_1 的偏振化方向间的夹角 $\alpha = 45^\circ$,光轴与晶片表面平行,方解石的主折射率 $n_o = 1.66$, $n_e = 1.49$ 。求此方解石晶片可能的最小厚度 d 。



四、证明题(共 15 分, 32 题 10 分, 33 题 5 分)

32 什么是光栅的分辨本领? 试证光栅的分辨本领为 $R = kN$, 式中 N 是光栅上透光缝的总数, k 为光谱级次。

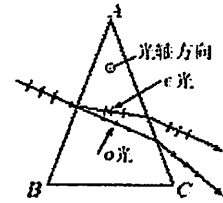
33 图中表示的是克尔开关(或克尔调制器)的示意图,两个尼科耳 M、N 正交,它们的偏振取向与电场 E 方向分别成 $\pm 45^\circ$ 角。克尔盒为盛有介质的二端透光的容器,内有一个平行板电容器作电极,平行板长为 l ,板间距为 d 。在不加电场时,没有光通过尼科耳 N,若给极板加电压 U ,则有光通过尼科耳 N,克尔效应表示式为 $\Delta n = n_{||} - n_{\perp} = n_e - n_o = \lambda k E^2$



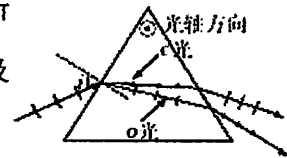
请推导出此时两偏振光间产生的相位差为 $\delta = 2\pi k l U^2 / d^2$ 。

五、改错题(共 15 分, 每题 5 分)

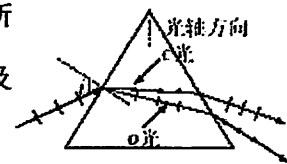
34 用方解石晶体($n_o > n_e$)切成的一个顶角 $\angle A = \pi/6$ 的三棱镜, 其光轴方向如图所示。单色自然光垂直入射到棱镜 AB 面上。图中定性所画出的折射光路及光矢量振动方向是否正确? 若有错误请另画图予以改正。



35 用方解石晶体($n_o > n_e$)切成的一个正三角形棱镜, 其光轴方向如图所示。若单色自然光以入射角 i 入射并产生双折射。图中定性画出的折射光及光矢量振动方向是否正确? 若有错误请另画图予以改正。



36 用方解石晶体($n_o > n_e$)切成的一个正三角形棱镜, 其光轴方向如图所示。若单色自然光以入射角 i 入射光产生双折射。图中定性画出的折射及光矢量振动方向是否正确? 若有错误请另画图予以改正。



六、问答题(共 18 分, 每题 9 分)

37 在单缝衍射实验中, 当缝的宽度 a 远大于单色光的波长时, 通常观察不到衍射条纹。试由单缝衍射暗条纹条件的公式说明这是为什么。

38 试画出三缝干涉条纹中, 亮条纹中心处光振动叠加的振幅矢量图和两亮条纹之间最暗处光振动叠加的振幅矢量图。