

广东工业大学

2018 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目（代码）名称：(848) 光学

满分 150 分

(考生注意：答卷封面需填写自己的准考证编号，答完后连同本试题一并交回！)

一、选择题(共 36 分)

1. (本题 3 分) 平行单色光垂直照射到薄膜上，入射区域的折射率为 n_1 ，薄膜的折射率为 n_2 ，透射区域的折射率为 n_3 ，经薄膜上下两表面反射的两束光发生干涉，若薄膜的厚度为 e ，并且 $n_1 < n_2 > n_3$ ， λ_1 为入射光在折射率为 n_1 的媒质中的波长，则两束反射光在相遇点的相位差为

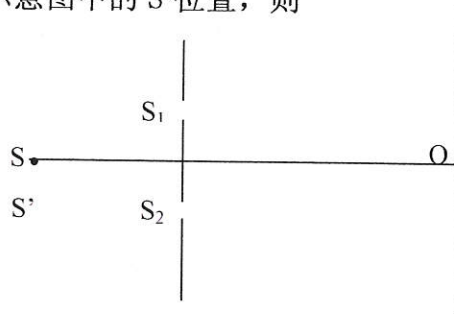
- (A) $2\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$ (B) $[4\pi n_1 e / (n_2 \lambda_1)] + \pi$ (C) $[4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)] + \pi$ (D) $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$

2. (本题 3 分) 若把牛顿环装置（都是用折射率为 1.52 的玻璃制成的）由空气搬入折射率为 1.33 的水中，则干涉条纹

- (A) 中心暗斑变成亮斑 (B) 变疏 (C) 变密 (D) 间距不变

3. (本题 3 分) 在双缝干涉中，若单色光源 S 到两缝 S_1 、 S_2 距离相等，则观察屏上中央明条纹位于图中 O 处，现将光源 S 向下移动到示意图中的 S' 位置，则

- (A) 中央明条纹向下移动，且条纹间距不变
(B) 中央明条纹向上移动，且条纹间距不变
(C) 中央明条纹向下移动，且条纹间距增大
(D) 中央明条纹向上移动，且条纹间距增大



4. (本题 3 分) 迈克尔逊干涉仪的一支光路中，放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后，测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ ，则薄膜的厚度是

- (A) $\lambda/2$ (B) $\lambda/(2n)$ (C) λ/n (D) $\lambda/[2(n-1)]$

5. (本题 3 分) 在单缝夫琅和费衍射实验中，波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a=4\lambda$ 的单缝上，对应于衍射角为 30° 的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为

- (A) 2个 (B) 4个 (C) 6个 (D) 8个

6. (本题 3 分) 如果单缝夫琅和费衍射的第一级暗纹发生在衍射角为 30° 的方位上, 所用单色光波长为 500 nm , 则单缝宽度为

- (A) $2.5 \times 10^{-5} \text{ m}$ (B) $1.0 \times 10^{-5} \text{ m}$ (C) $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}$ (D) $2.5 \times 10^{-7} \text{ m}$

7. (本题 3 分) 在光栅光谱中, 假如所有偶数级次的主极大都恰好在单缝衍射的暗纹方向上, 因而实际上不出现, 那么此光栅每个透光缝宽度 a 和相邻两缝间不透光部分宽度 b 的关系为

- (A) $a=0.5b$ (B) $a=b$ (C) $a=2b$ (D) $a=3b$

8. (本题 3 分) 波长 550 nm 的单色光垂直入射于光栅常数 $2 \times 10^{-4} \text{ cm}$ 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

9. (本题 3 分) 一束光强为 I_0 的自然光垂直穿过两个偏振片, 它们的偏振化方向之间的夹角成 45° , 则穿过两个偏振片后的光强为

- (A) $I_0/8$ (B) $I_0/4$ (C) $I_0/2$ (D) $2I_0$

10. (本题 3 分) 一束光强为 I_0 的自然光, 相继通过三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 后, 出射光的光强为 $I=I_0/8$ 。已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直, 若以入射光线为轴, 旋转 P_2 , 要使出射光的光强为零, P_2 最少要转过的角度是

- (A) 30° (B) 45° (C) 60° (D) 90°

11. (本题 3 分) 自然光以 60° 的入射角照射到某两介质界面时, 反射光为完全线偏振光, 则知折射光为

- (A) 完全线偏振光且折射角是 30°
(B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为 1.73 的介质时, 折射角是 60°
(C) 部分偏振光, 但须知两种介质的折射率才能确定折射角
(D) 部分偏振光且折射角是 30°

12. (本题 3 分) 根据玻尔氢原子理论, 巴耳末线系中谱线最小波长与最大波长之比是

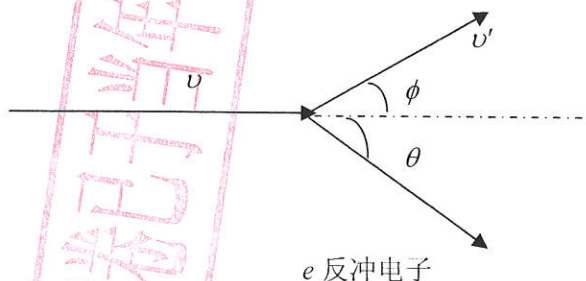
- (A) $5/9$ (B) $4/9$ (C) $7/9$ (D) $2/9$

二、填空题(共 36 分)

1. (本题 3 分) 光强均为 I_0 的两束相干光相遇而发生干涉时, 在相遇区域内有可能出现的最大光强是_____。
2. (本题 3 分) 在双缝干涉实验中, 若使两缝之间的距离增大, 则屏幕上干涉条纹间距_____; 若使单色光波长减小, 则干涉条纹间距_____。
3. (本题 3 分) 在空气中有一劈尖形透明物, 其劈尖角 $\theta=1.0 \times 10^{-4}$ 弧度, 在波长 $\lambda=700 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射下, 测得两相邻干涉明条纹间距 0.25 cm , 此透明材料的折射率 $n=_____$ 。
4. (本题 3 分) 用迈克尔逊干涉仪测微小的位移, 若入射光光波波长 628.9 nm , 当动臂反射镜移动时, 干涉条纹移动了 2048 条, 反射镜移动的距离 $d=_____$ 。
5. (本题 3 分) 平行单色光垂直入射于单缝上, 观察夫琅和费衍射, 若屏上 P 点处为第二级暗纹, 则单缝处波面相应地可划分为_____个半波带。
6. (本题 3 分) 某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上, 如果第一级谱线的衍射角为 30° , 则入射光的波长应为_____。
7. (本题 3 分) 用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时, 波长为 $\lambda_1=440 \text{ nm}$ 的第三级光谱线将与波长为 $\lambda_2=_____ \text{ nm}$ 的第二级光谱线重叠。
8. (本题 3 分) 波长为 500 nm 的单色光垂直入射到光栅常数为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$ 的平面衍射光栅上, 第一级衍射主极大所对应的衍射角 $\phi=_____$ 。
9. (本题 3 分) 一束光垂直入射在偏振片 P 上, 以入射光线为轴转动 P, 观察通过 P 的光强的变化过程, 若入射光是_____光, 则将看到光强不变; 若入射光是_____光, 则将看到明暗交替变化, 有时出现全暗; 若入射光是_____光, 则将看到明暗交替变化, 但不出现全暗。

10. (本题 3 分) 自然光以入射角 57° 由空气投射于一块平板玻璃面上, 反射光为完全线偏振光, 则折射角为_____。

11. (本题 3 分) 一频率为 ν 的入射光子与起始静止的自由电子 发生碰撞和散射, 如果散射光子的频率为 ν' , 反冲电子的动量为 \mathbf{P} , 则在与入射光子平行的方向上的动量守恒定律的分量形式为_____。



12. (本题 3 分) 光子波长为 λ , 则其能量 = _____; 动量的大小 = _____; 质量 = _____。

三、问答题(共 14 分)

1. (本题 7 分) 波程差和光程差的区别是什么? 光程差和相位差的关系如何?

2. (本题 7 分) 在单缝衍射实验中, 当缝宽 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说明这是为什么?

四、证明题(共 19 分)

1. (本题 9 分) 在双缝干涉实验中, 假定两列光波在屏上 P 点处的光场随时间 t 而变化的表示式各为

$$E_1 = E_0 \sin \omega t$$

$$E_2 = E_0 \sin(\omega t + \phi)$$

ϕ 表示这两列光波之间的位相差, 试证 P 点处的合振幅为

$$E_P = E_m \cos\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta\right)$$

式中 λ 是光波波长, E_m 是 E_0 的最大值。

2. (本题 10 分) 设氢原子光谱的巴尔末系中第一条谱线的波长为 λ_α , 第二条谱线的波长为 λ_β , 试证明帕邢系 (由各高能态跃迁到能级为 3 的定态所发射的各谱线组成的谱线系) 中的第一条谱线的波长为

$$\lambda = \frac{\lambda_\alpha \lambda_\beta}{\lambda_\alpha - \lambda_\beta}$$

五、计算题 (共 45 分)

1. (本题 10 分) 薄钢片上有两条紧靠的平行细缝, 用波长 546.1 nm 的平面光波正入射到钢片上, 屏幕距双缝的距离为 2.00 cm, 测得中央明条纹两侧的第五级明条纹间的距离为 12.0 mm。

(1) 求两缝间的距离。

(2) 从任一明条纹 (记作 0) 向一边数到第 20 条明条纹, 共经过多大距离?

2. (本题 10 分) 曲率半径为 R 的平凸透镜和平板玻璃之间形成空气薄层, 波长为 λ 的平行单色光垂直入射, 观察反射光形成的牛顿环。设平凸透镜与平板玻璃在中心 O 点恰好接触, 求:

(1) 从中心向外数第 k 个明环所对应的空气薄膜的厚度 e_k

(2) 第 k 个明环的半径 r_k

3. (本题 10 分) 在某个单缝衍射实验中, 光源发出的光含有两种波长 λ_1 和 λ_2 , 并垂直入射于单缝上, 假如 λ_1 的第一级衍射极小与 λ_2 的第二级衍射极小相重合, 试问

(1) 这两种波长之间有何关系?

(2) 在这两种波长的光所形成的衍射图样中, 是否还有其它极小相重合?

4. (本题 10 分) 波长 λ 为 600 nm 的单色光垂直照射到某光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为 30° , 且第三级缺级

(1) 光栅常数等于多少?

(2) 透光缝可能最小宽度等于多少?

5. (本题 5 分) 一束自然光以起偏角 $i_0=48.09^\circ$ 自某透明液体入射到玻璃表面上, 若玻璃的折射率为 1.56, 求该液体的折射率和光线折射角。

