

光学A 期末考试试卷

注意事项:

1. 物理学常数与说明:

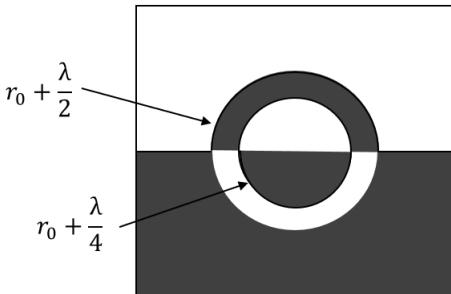
空气中的折射率取近似为 1, 真空中光速约为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$, 常用常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$, 计算至少保留两位有效数字。

2. 本试卷为回忆版, 并对题目的排版进行了一定的调整.

一、选择题 (单选, 每题 3 分, 共 18 分)

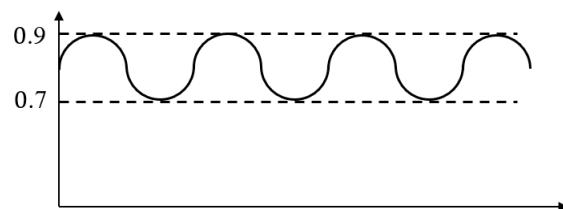
1. 旭日和夕阳呈红色, 是 _____ 散射占优的结果; 冬天天空中呼出的水汽呈白雾状, 主要是由 _____ 散射造成的。 ()
A. 瑞利、瑞利 B. 瑞利、米氏 C. 米氏、瑞利 D. 米氏、米氏
2. 如果四分之一波片的厚度为 $d = (2k+1)\lambda/4(n_o - n_e)$, 假设其快轴位于 Y 轴, 某线偏振光的振动方向与 X 轴成 30° 角时垂直入射, 通过该波片后, 当 $k = 1, 3, 5, \dots$, 时, 出射的是 _____ 偏振光。 ()
A. 右旋圆 B. 左旋圆 C. 右旋椭圆 D. 左旋椭圆
3. 迈克耳逊干涉仪的两反射镜相互垂直且与分束镜严格成 45° , 干涉条纹形状为 ()。
A. 中心密集, 边缘稀疏的同心圆环 B. 等间隔平行直条纹
C. 中心稀疏, 边缘密集的同心圆环 D. 等间隔的同心圆环
4. 由于空气分子的吸收作用, 某红色激光在空气中传播 1km 后功率衰减一半。请问 15mW 的激光被 1km 外的反射镜反射 (反射镜的光强反射率为 90%), 返回到达出发位置的光功率需要探测, 问下面哪款探测器适合? ()
A. 硅探测器, 探测波长 $200\text{-}1100\text{ nm}$, 饱和功率 2mW
B. 硅探测器, 探测波长 $200\text{-}1100\text{ nm}$, 饱和功率 5mW
C. 钨镓砷探测器, 探测波长 $900\text{-}1700\text{ nm}$, 饱和功率 5mW
D. 钨镓砷探测器, 探测波长 $900\text{-}1700\text{ nm}$, 饱和功率 20mW
5. 在加热黑体过程中, 其辐射谱峰值波长由 800 nm 变化到 500 nm , 则总的辐射本领增加到约为原来的 _____ 倍。 ()
A. 1.6 B. 2.56 C. 4.10 D. 6.55

6. 平行光照明如右图所示的衍射屏，图中标出的是屏到场点的光程， r_0 是中心到场点的光程，问场点上的光强与自由传播时的比值是 _____。 ()
- A. $3/4$ B. $1/2$ C. $1/8$ D. $1/4$



二、填空题（每题 3 分，共 21 分）

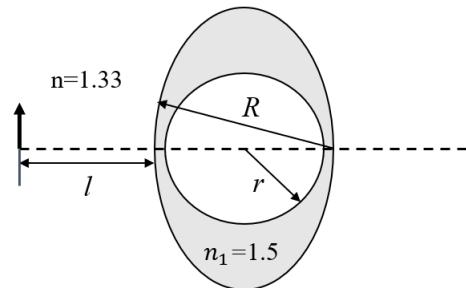
7. 某汽车的后视镜为半径为 1.40m 的凸球面镜，距离该反射镜 15.0m 的物体，成像的像距为 _____。
8. 水的折射率为 $n = 1.33$ ，自然光从空气入射到水表面，欲使反射光为线偏振光，入射角为 _____。
9. 对 $\lambda = 780.24\text{ nm}$ 钨原子吸收线，石英旋光率 $\alpha = 163^\circ/\text{cm}$ 。若将一石英片垂直于其光轴切开，置于两平行的偏振片之间，则使透射光强最小的石英片的最小厚度为 _____。
10. 一束光强为 I_0 的自然光连续通过四个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 和 P_4 ，其中 P_1 和 P_4 的透振方向相互垂直， P_2 和 P_1 、 P_3 和 P_4 之间的透振方向的夹角均为 30° ，则最终透射光强是 _____。
11. 在标准牛顿环的透镜和玻璃平板之间注入一种液体，其折射率 $n = 1.44$ ，相比空气薄膜条件下，第 7 个亮环的直径从 $1.60 \times 10^{-2}\text{ m}$ 变为 _____。
12. 两束光的干涉条纹如右图，求干涉可见度 _____；请提供一种可以提高干涉可见度的方法 _____。



13. 参量合成过程经常被用来产生新的波长的光子，在此过程中，两个不同波长的光子会合成一个新的光子，且此过程中能量守恒。问一个波长 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 的光子与另外一个波长为 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ 的光子合成后得到的光子波长是 _____。

三、计算题

14. (10 分) 某置于水 (折射率 $n = 1.33$) 中的球形空玻璃瓶的截面如下图所示, 假设空心玻璃球瓶的最薄处足够薄, 瓶子在光轴附近的半径 $R = 20\text{cm}$, 球形空气泡的半径 $r = 15\text{cm}$, 观察物距离 $l = 20\text{cm}$, 玻璃的折射率 $n_1 = 1.5$ 。请计算观察物经过该光学系统所成的像的位置? (5 分) 像的放大倍数? (1 分) 判断像的虚实, 以及正立还是倒立? (2 分) 若瓶内装



满水, 像将如何变化? (2 分) ($\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{r}$)

15. (10 分) 肥皂泡是由肥皂水制成的, 通过吹气形成的小气泡, 它们在阳光下闪耀着五彩斑斓的光芒, 非常迷人。

- (1) 问为什么肥皂泡是五彩斑斓的? (2 分)
- (2) 当波长为 600nm 的光正入射到厚度为 d 的肥皂膜 ($n = 4/3$) 上, 在反射方向上观察, 近似计算干涉极大和极小光强与入射光强之比。(只考虑一次反射) (4 分)
- (3) 若通过视线直接观测, 当膜的法线与视线的夹角约为 30° 时, 反射光线呈现绿色, 取绿光波长为 550nm , 试估算膜的最小厚度。(4 分)

16. (12 分) 用 780nm 的单色光扩展光源观测迈克尔孙干涉条纹，先看到干涉场中有 10 个亮环，且中心是亮的，移动平面镜 M_1 后，看到中心吞（吐）了 8 环，而此时干涉场中还剩 5 个亮环。

- (1) 该 780nm 的激光线宽为 100kHz，问该激光的相干长度是多少？(3 分)
- (2) M_1 移动的距离？(3 分)
- (3) 开始时中心亮斑的干涉级？(3 分)
- (4) M_1 移动后第 5 个亮环的角半径？(3 分)

17. (15 分) 若铌酸锂薄膜 (厚度 $h = 4 \times 10^{-7}$ m, 折射率为 $n = 2.1$) 两边镀反射率 $R = 0.998$ 的金属薄膜。

- (1) 若铌酸锂薄膜置于一平整玻璃上, 当平行光接近正入射时, 问: 在可见光范围内 (400-760nm), 透射光强最强的谱线有几条? 其光波长分别是多少? (4 分)
- (2) 其中长波长的透射光能否用一块光栅 (宽度 1cm, 刻线密度 300 线/mm) 进行分辨测量? 请说明理由。 (4 分)
- (3) 其中短波长的透射光作为平面光波垂直入射到不透明的白色屏幕 L 上, 屏上有一个半径为 $\rho = 0.8$ mm 的小孔, 如果圆孔边缘对于距离屏 L 为 r_0 的共轴点 P, 恰好为一个半波带, 试求 r_0 。 (4 分)
- (4) 金属薄膜上加上电极, 折射率变化满足 $\Delta n = -1.5 \times 10^{-10}/(V/m)$, 当加上电压为 50 伏时, 问透过长波长光如何变化? (3 分)

18. (14 分) 如图所示, 在杨氏双孔干涉装置中, 双孔间距为 0.4mm , 屏幕在 2m 远。

- (1) 若用波长为 700nm 的红光直接照射双孔时, 求条纹的间距? 它是光波长的多少倍? (3 分)
- (2) 若整个装置置于水 ($n = 1.33$) 中, 第 (1) 问中的条纹间距变为多少? (2 分)
- (3) 在空气中以单色自然光照射小孔 S, 从 S_1 或 S_2 透出的最大光强为 I_0 , 屏幕上将出现干涉条纹, 若在 S 后放置一偏振片 P, 试问幕上的干涉条纹如何变化? (3 分)
- (4) 在第 (3) 问基础上, 在缝 S_1 、 S_2 后分别放置偏振片 P_1 、 P_2 , 使 P 的透光方向与 P_1 平行, 与 P_2 成 θ 角, 问屏上干涉条纹最大值和最小值分别是多少? 当 θ 是多少时, 干涉条纹消失? (6 分)

