

物理光学部分练习题

一、选择题

- 设线数 $N_1=600$ 的光栅其零级主极大强度为 I_1 ，在其它条件相同时， $N_2=1200$ 的光栅其零级主极大强度为 I_2 ，则 I_2 / I_1 为 ()
a. $1/4$ b. $1/2$ c. 1 d. 2 e. 4
- 以直径为 D 的圆孔作为衍射受限系统的出瞳，在相干光照明时其截止频率为 ρ_1 ，而非相干光照明时其截止频率为 ρ_2 ，则 ρ_2 / ρ_1 为
a. $1/4$ b. $1/2$ c. 1 d. 2 e. 4
- 在牛顿环装置中，若用平行光垂直照明，则当透镜与平板间距拉大时，条纹将 ()
a. 向外扩张 b. 向中心收缩 c. 不受影响
- 为了检验自然光、圆偏振光、部分偏振光（圆偏振光+自然光），则在检偏器前插入一块 $1/4$ 波片。当旋转检偏器一周，看到光强为两亮两黑，则为 ()
a. 自然光 b. 圆偏振光 c. 部分偏振光
- 一束平行光从空气垂直通过两块紧密胶合，折射率均为 $n = 1.5$ 的平板玻璃，则在不计吸收的情况下透过玻璃的能量为入射光的 ()
a. 0.92 b. 0.85 c. 0.96 d. 0.9616
- 一束自然光通过 $1/4$ 波片，一般为 ()
a. 线偏振光 b. 圆偏振光 c. 椭圆偏振光 d. 自然光
- 相同半径的一个圆盘和一个圆孔的夫琅和费衍射图样 ()
a. 强度分布完全相反 b. 强度分布完全相同 c. 除衍射图样中心处外，强度分布相同
- 有二个斜面相对、间隔为半波长的相同等腰直角棱镜（图 1），一束光垂直入射到棱镜 I 的直角面上，则 ()
a. 棱镜 II 中完全没有光波透过 b. 棱镜 II 中有部分光波透过
- 用标准平板来检验受检平板的表面平整度，方法如图 2，我们看到标准平板与受检平板形成的空气楔的干涉条纹如图 3，那么受检平板表面的中间纹路是 ()
a. 凹的 b. 凸的
- 镀于玻璃表面的单层增透膜，为了使增透效果好，膜层材料的折射率应该 ()
a. 大于玻璃折射率 b. 等于玻璃折射率 c. 介于玻璃折射率与空气折射率之间
d. 等于空气折射率 e. 小于空气折射率

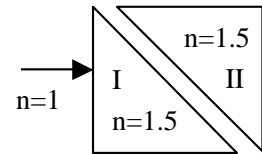


图 1

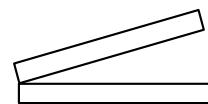


图 2

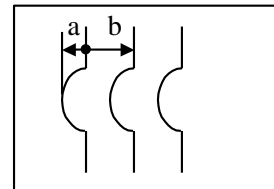


图 3

二、一平面电磁波，其在均匀介质中传播时电场强度可表示为：

$$\vec{E}(x, y, z, t) = (E_x \hat{x} - \sqrt{3} \hat{y} + \sqrt{5} \hat{z}) \exp[i(x + \sqrt{3}y + \sqrt{5}z - 6 \times 10^8 t) \times 10^6] \text{ V/m}, \text{ 其中}$$

\hat{x} , \hat{y} , \hat{z} 分别是直角坐标系的三个单位坐标方向矢量， x , y , z 为坐标变量， t 为时间变量。

则该平面电磁波的振动周期为 1A 秒

该平面电磁波在此均匀介质中的波长为 微米

该平面电磁波的传播方向单位矢量 $(\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma)$ 为

该平面电磁波的传播速度（相速）为 米/秒

该均匀介质的折射率为

该平面电磁波电磁场 \vec{E} 的 x 方向电场分量 E_x 为 伏特/米

该平面电磁波电磁场的磁感强度 \vec{B} 的振幅 $|\vec{B}|$ 为 特斯拉

三、假设科学家发现了一种新元素 X，正常情况下其只发出一条单谱线的光，波长为 $\lambda = 500\text{nm}$ （纳米）；如果将该元素放到磁场中，则其单谱线分裂为强度相等的两条谱线，中心波长仍为 λ ，且两条谱线的波长差为 $\Delta \lambda$ 。

先采用理想的杨氏双缝干涉仪对 X 进行分析，双缝（或双孔）间距为 5mm（毫米），观察屏离双缝（或小孔）的垂直距离为 2m（米）。在不加磁场时，观察屏上得到理想的清晰条纹，其条纹间距为 mm（毫米）。

然后对 X 加上磁场，发现不再是理想的清晰条纹，条纹的清晰度发生周期性的变化；变化规律为：第 0 级最清晰，然后清晰度下降，直到第 125 级最不清晰；然后又逐渐清晰，直到第 250 级最清晰，以此重复。则可以估计出 $\Delta \lambda =$ nm（纳米）。

若在加磁场的情况下，采用平面波正入射透射光栅光谱仪对 X 进行分析，须在 30 度衍射角度方向上的 1 级光谱级次观察到分裂的两条光谱线，则光栅线数 N 至少为 线，此时对应波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 的光栅常数 $d =$ μm （微米）。

四、现采用一渐变折射率材料设计微型照相物镜，设计选定波长为 550nm。用该材料制成一等厚的圆片，厚度 d 为 1mm，直径 D 为 5mm。折射率在厚度方向（取为 z 轴）均匀，从中心沿半径 r 方向逐渐减小，规律为 $n(x, y) = 1.5 - \beta (x^2 + y^2)$ ，其中 $\beta = 0.005/\text{mm}^2$ ，

A. 试证明该平面元件与透镜等效，并求其等效焦距；

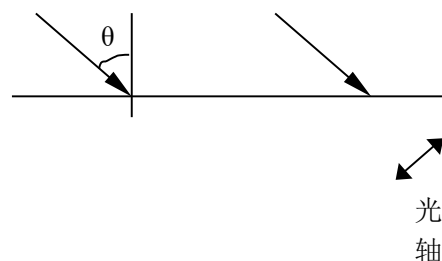
B. 计算该照相物镜对选定设计波长的理论极限分辨率为多少线对/毫米。

五、自然光通过透光轴与 x 轴方向夹角为 45 度的起偏器垂直入射到两块 1/4 波片上，第一块 1/4 波片的快轴沿 y 轴方向，问：

第一块 1/4 波片透出的光是什么偏振光？

第二块 1/4 波片的快慢轴应如何放置才能使透过偏振光的振动方向与透光轴夹角为 90°。试用琼斯矩阵法验证。

六、入射光以 θ 角射向空气—石英晶体界面，



石英晶体的光轴取向如图，试用惠更斯作图法求取折射光波的 k_o ， k_e ， S_o ， S_e 的方向。

1. 在图示的马赫-泽德干涉仪中，D1 和 D2 是两个长度为 50cm 的真空气室，端面与光线垂直。在观察到干涉仪产生的条纹后，缓缓向气室 D2 充以某种气体，最后发现条纹移动了 112 个，实验用光波长为 500nm。试计算该气体的折射率。

