

2014~2015 学年第 1 学期期末考试试卷

《工程光学(2)》(共 6 页)

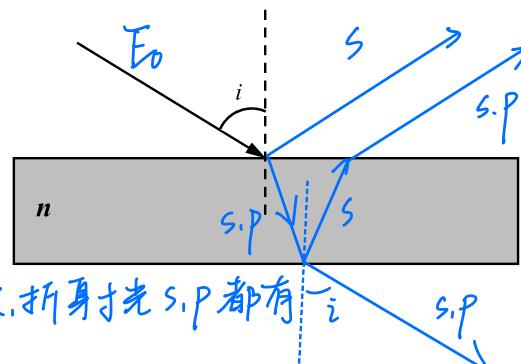
考试时间:2015 年 1 月 4 日

题号	一	二	三	满分
得分				

一、填空题(每小题 2 分, 每题必做, 共计 20 分)

1、沿 Y 轴方向传播的平面简谐波的波函数 $A \cos(ky - wt)$ 。2、光的相干性分为 空间 相干性和 时间 相干性。3、迈克尔逊干涉仪的可动分光镜移动了 0.33mm, 干涉条纹移动了 192 条, 则所用的单色光的波长为 3437.5 nm。4、在夫琅禾费单缝衍射实验中, 以钠黄光(波长为 589nm)垂直入射, 若缝宽为 0.1mm, 则第一级极小值离衍射中心 5.89×10^3 弧度的位置。5、光栅是对入射光波的振幅或(和)相位进行 空间周期性调制 的光学元件。6、晶体对波长为 λ_0 的单色光的主折射率分别为 n_o 和 n_e , 当光垂直光轴传播时, o 光的波长为 $\frac{\lambda_0}{n_o}$, e 光的波长为 $\frac{\lambda_0}{n_e}$ 。7、当入射线偏振光光矢量方向与 $\frac{1}{4} \lambda$ 波片快轴成 $\pm 45^\circ$ 时, 出射光为 圆偏振光。当入射线偏振光光矢量方向与 $\frac{1}{4} \lambda$ 波片快轴成其他角度时, 出射光为 线偏振光或部分圆偏振光。8、圆偏振光通过 半入 波片后, 变成线偏振光。9、光矢量与 X 轴成 θ 角, 振幅为 a 的线偏振光的线性表达式: $(a \cos \theta \hat{e}_x + a \sin \theta \hat{e}_y) \cos(kz - wt)$ 10、一对正交圆偏振光表示为 $E_0 \cdot e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - wt)}$ 和 $E_0 \cdot e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - wt \pm \frac{\pi}{2})}$ 。

二、简答计算题(从以下 6 题中任选 5 题, 每题 6 分, 共 30 分)

1. 一束自然光, 由空气入射到一块折射率为 n 的平行平板玻璃上, 如下图所示, 入射角等于布儒斯特角, 即 $i = \theta_B$ 。分别画出并计算 2 个界面上的反射光和折射光的方向和各光矢量的振动方向。

第一个界面:

反射光仅 s 波, 折射光 s.p 都有 i
第二个界面:
反射光仅 s 波, 折射光 s.p 都有

2. 两束相干波的振幅分别是 4 和 0.2, 计算它们干涉条纹的对比度分别是多少?

$$\begin{aligned} k &= \frac{2\sqrt{I_1 I_2}}{I_1 + I_2} \\ &= \frac{2(A_1/A_2)}{(1 + (A_1/A_2)^2)} \\ &= \frac{2 \times 20}{1 + 400} \approx 0.1 \end{aligned}$$



学院_____专业_____

班_____

年级_____

学号_____

姓名_____

共 3 页 第 2 页

3、一束光强为 I_0 的线偏振光先后入射到 2 个偏振片，2 个偏振片的透光轴与入射光矢量振

5、试比较法布里-帕罗干涉仪和衍射光栅分光的特性。

法布里-帕罗：

动方向的夹角分别是 30° 和 45° 。请计算通过 2 个偏振片后的透射光强之比。

由马吕斯定律：

$$I = I_0 \cos^2 30^\circ \cdot \cos^2 15^\circ$$

$$= I_0 \times \frac{3}{4} \times 0.933$$

$$\approx 0.7 I_0$$

$$A = \frac{\lambda}{(\Delta\lambda)_m} = m N$$

$$(\Delta\lambda)_{SP} = \frac{\lambda^2}{2h}$$

h 一般很大，所以自由光谱范围比较小；干涉级次较高，因此分辨率本领主要由 m 决定

衍射光栅：

$$A = \frac{\lambda}{(\Delta\lambda)_m} = m N$$

$$(\Delta\lambda)_{SR} = \frac{\lambda}{m}$$

光谱级次 m 较 N ，因此自由光谱范围较大；刻缝相距较大，因此分辨率本领主要由 N 决定

X

求长轴沿 x 轴，长短轴之比是 3:1 的左旋椭圆偏振光的归一化琼斯矢量。

6、简要阐述你理解的光的叠加、光的干涉和光的衍射之间的关系。

光的叠加：在光波相遇点，各波单独在该点振动的矢量和。由频率、传播方向、振动方向、相位差当相干，光的叠加可以分为干涉、驻波、偏振、光学拍干涉

光的干涉：两束光波应满足光相干的条件：①频率相同；②振动方向相同；③相位差恒定。且应满足光程差小于波列长度

光的衍射：是光线开障碍物传播的现象

三、计算题（选做 4 题，共计 50 分。1,2 必做，3,4,5 选做 2 题）

$$1、(10 \text{ 分}) \text{ 单色平面电磁波表达式: } \vec{E} = (-2\bar{x}_0 + 2\sqrt{3}\bar{y}_0) \exp[i(\sqrt{3}x + y + 6 \times 10^8 t)]$$

试求：(1) 该单色平面电磁波的振幅、波长、频率和传播速度；

(2) 用矢量式表示该平面电磁波传播方向；

$$(1) \text{ 振幅: } \sqrt{(-2)^2 + (2\sqrt{3})^2} = 4$$

$$\text{波长: } \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ m}$$

$$\text{频率: } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{6 \times 10^8}{2\pi} = \frac{3}{\pi} \times 10^8 \text{ Hz}$$

$$\text{传播速度: } v = \lambda \cdot f = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$(2) \vec{e}_E = \frac{\vec{E}}{|E|} = \frac{\sqrt{3}}{2} \vec{e}_x + \frac{1}{2} \vec{e}_y$$

2、(10 分) 杨氏双缝干涉实验中，两缝 S_1 和 S_2 间距为 1mm，入射光波长为 500nm，在距双缝平面距离 50cm 处的观察屏上观察条纹，试问：

(1) 在屏幕上观察到的条纹形状和条纹间距；

(2) 若在 S_1 后放置折射率 $n=1.5$ ，厚度待测的玻璃片，此过程观察干涉条纹中心处有 20 条亮纹发生了移动，试求待测玻璃片的厚度，并求条纹移动的方向。

$$(1) d = 10^{-3} \text{ m}, \lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\Delta = \frac{\pi d}{D} = m\lambda$$

$$\Rightarrow x = \frac{m\lambda D}{d}$$

$$l = \Delta x = \frac{\lambda D}{d} = 0.025 \text{ cm}$$

∴ 条纹形状为中间隔明暗相间条纹，条纹间距为 0.025cm.

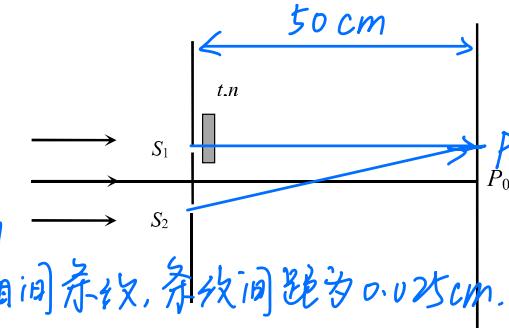
$$(2) \Delta' = (n-1) \cdot t$$

$$\Delta = \frac{\pi d}{D} - (n-1) \cdot t = m\lambda$$

$$x = 20 \text{ e} = 0.5 \text{ cm}$$

$$\frac{0.5 \times d}{D} = (n-1) \cdot t \Rightarrow t = 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 2 \text{ mm}$$

∴ 玻璃片厚度为 2mm，移动方向向上。



学院_____专业_____ 班_____ 年级_____ 学号_____ 姓名_____

共 3 页 第 2 页

3、(15 分)请同学们按照以下要求设计一块光栅,使得波长 600nm 的第二级谱线的衍射小于

30°, 能分辨 0.02nm 的波长差, 色散尽可能大, 第三级衍射缺级。试给出:

光栅线数、光栅常数, 缝宽和总宽度分别是多少?用这块光栅共可以看到几条该波长的谱线?

由光栅方程 $d \sin \theta = m \lambda$

$$\Rightarrow d \geq \frac{2\lambda}{\sin 30^\circ} = \frac{1200}{\frac{1}{2}} = 2400 \text{ nm}$$

$$\because d \cos \theta \Delta \theta = m \Delta \lambda \quad \therefore \frac{\Delta \theta}{\Delta \lambda} = \frac{m}{d \cos \theta}$$

\therefore 使色散尽可能大 $\therefore d = d_{\min} = 2400 \text{ nm}$

$$A = \frac{\lambda}{\Delta \lambda} = m N \Rightarrow \Delta \lambda = \frac{\lambda}{m N} = \frac{600}{2N} = 0.02$$

$$\therefore N = 1.5 \times 10^4$$

$$\frac{m}{n} = 3 = \frac{d}{a} \Rightarrow a = \frac{d}{3} = 800 \text{ nm}, L = a \cdot N = 12 \text{ mm}$$

综上, 光栅线数 1.5×10^4 , 光栅常数 2400 nm , 缝宽 800 nm , 总宽度 12 mm

$$m = \frac{d \sin \theta}{\lambda} < \frac{d}{\lambda} = 4$$

\therefore 第三级缺级 \therefore 可以看到 0, ±1, ±2 这 5 条谱线

学院_____专业_____

____班

年级_____学号_____

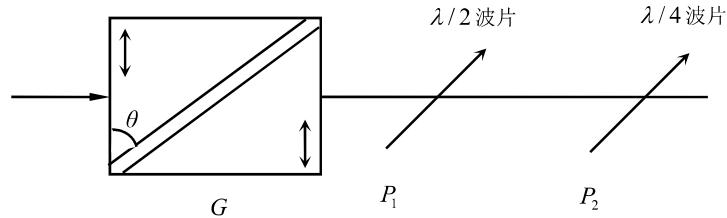
姓名_____共 3 页 第 2 页

~~4~~ 一束光垂直入射到格兰·傅科棱镜 G , 方解石的 $n_o = 1.65, n_e = 1.48$. 中间空气薄层的 $n_g = 1$.

从格兰·傅科棱镜出射的光先通过一个快轴与水平成 45° 的 $1/2$ 波片 P_1 之后, 通过了一个快

轴与水平成 45° 的 $1/4$ 波片 P_2 。试求:

- (1) 画出入射光通过格兰·傅科棱镜后的偏振态, 并说明光矢量偏振方向。
- (2) 图中 θ 角必须满足什么条件?
- (3) 用琼斯矩阵表示通过 P_1 后的透射光的偏振态, 通过 P_2 后的透射光的偏振态。



学院_____专业_____

班_____

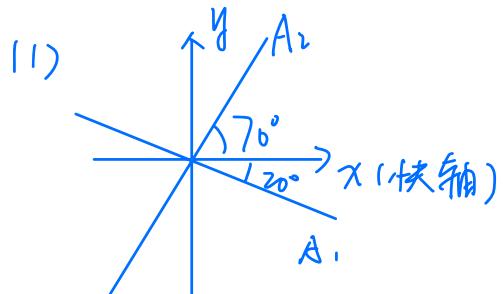
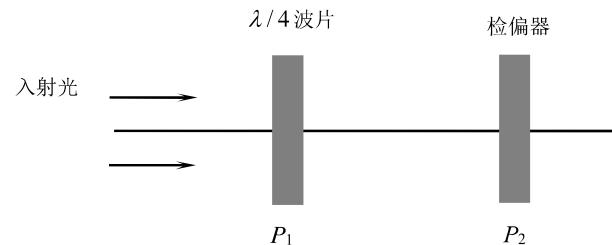
年级_____学号_____

姓名_____共 3 页 第 2 页

5、(15 分) 用检偏器 P_2 观察一束椭圆偏振光强度随着检偏器的旋转而改变。当检偏器在

某一位置是强度为极小，此时在检偏器 P_2 前插一块 $\frac{\lambda}{4}$ 波片 P_1 ，转动 $\frac{\lambda}{4}$ 片 P_1 使它的快轴平行于检偏器 P_2 的透光轴，再把检偏器 P_2 沿顺时针方向转过 20° 时，光就完全消光。

试问 (1) 该椭圆偏振光是左旋还是右旋？(2) 椭圆的长短轴之比？



椭圆偏光短轴在 x 轴上

$$A_1 \cos 320^\circ = A_2 e^{i(\delta + \frac{\pi}{2})} \cos 70^\circ$$

$$\Rightarrow \delta = -\frac{\pi}{2}, \quad \frac{A_2}{A_1} = \frac{\cos 20^\circ}{\cos 70^\circ} = 2.747$$

$$\sin \delta = -1 < 0$$

∴ 偏振光为右旋

(2) 长短轴之比为 2.747