

光的偏振习题

一、选择填空题

- 1、一束自然光垂直穿过两个偏振片，两个偏振片的偏振化方向成 45° 角。已知通过此两偏振片后的光强为 I ，则入射至第二个偏振片的线偏振光强度为 $2I$ 。
- 2、一束光是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片。若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为 [A]
(A) $1/2$. (B) $1/3$. (C) $1/4$. (D) $1/5$.
- 4、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_2 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 [B]
(A) 30° . (B) 45° . (C) 60° . (D) 90° .
- 5、自然光以 60° 的入射角照射到某两介质交界面时，反射光为完全线偏振光，折射光为 [D]
(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 $\sqrt{3}$ 的介质时，折射角是 30° .
(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° .

二、计算题

- 1、强度为 I_0 的一束光，垂直入射到两个叠在一起的偏振片上，这两个偏振片的偏振化方向之间的夹角为 60° 。若这束入射光是强度相等的线偏振光和自然光混合而成的，且线偏振光的光矢量振动方向与此二偏振片的偏振化方向皆成 30° 角，求：透过每个偏振片后的光束强度。

解：透过第一个偏振片后的光强为

$$I_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} I_0 \right) + \left(\frac{1}{2} I_0 \right) \cos^2 30^\circ = 5I_0 / 8$$

$$\text{透过第二个偏振片后的光强 } I_2 = (5I_0 / 8) \cos^2 60^\circ = 5I_0 / 32$$

- 2、两个偏振片叠在一起，在它们的偏振化方向成 $\lambda_1 = 30^\circ$ 时，观测一束单色自

然光. 又在 $\lambda_2=45^\circ$ 时, 观测另一束单色自然光. 若两次所测得的透射光强度相等, 求: 两次入射自然光的强度之比.

解: 令 I_1 和 I_2 分别为两入射光束的光强. 透过起偏器后, 光的强度分别为 $I_1/2$ 和 $I_2/2$ 马吕斯定律, 透过检偏器的光强分别为

$$I'_1 = \frac{1}{2} I_1 \cos^2 \alpha_1, \quad I'_2 = \frac{1}{2} I_2 \cos^2 \alpha_2$$

按题意, $I'_1 = I'_2$, 于是 $\frac{1}{2} I_1 \cos^2 \alpha_1 = \frac{1}{2} I_2 \cos^2 \alpha_2$

得 $I_1/I_2 = \cos^2 \alpha_1 / \cos^2 \alpha_2 = 2/3$

3、有三个偏振片叠在一起. 已知第一个偏振片与第三个偏振片的偏振化方向相互垂直. 一束光强为 I_0 的自然光垂直入射在偏振片上, 已知通过三个偏振片后的光强为 $I_0/16$. 求: 第二个偏振片与第一个偏振片的偏振化方向之间的夹角.

解:

设第二个偏振片与第一个偏振片的偏振化方向间的夹角为 θ . 透过第一个偏振片后的光强

$$I_1 = I_0/2.$$

透过第二个偏振片后的光强为 I_2 , 由马吕斯定律,

$$I_2 = (I_0/2) \cos^2 \theta$$

透过第三个偏振片的光强为 I_3 ,

$$I_3 = I_2 \cos^2(90^\circ - \theta) = (I_0/2) \cos^2 \theta \sin^2 \theta = (I_0/8) \sin^2 2\theta$$

由题意知

$$I_3 = I_0/16$$

所以

$$\sin^2 2\theta = 1/2,$$

$$\theta = \frac{1}{2} \sin^{-1}(\sqrt{2}/2) = 22.5^\circ$$

4、两个偏振方向正交放置的偏振片, 以光强为 I_0 的自然单色光照射, 若在其中插入另一块偏振片, 求:

- (1) 若透过的光强为 $I_0/8$, 插入的偏振片方位角
- (2) 若透过的光强为 0, 插入的偏振片方位角
- (3) 能否找到合适的方位, 使透过的光强为 $I_0/2$
- (4) 若在其中插入一块 $1/4$ 波片, 其光轴与第一块偏振片的偏振方向成 30° 角, 出射光的强度为多少

解:

(1) 设插入的偏振片与第一块偏振片偏振方向的夹角为 θ ，则与第二块的夹角为 $90^\circ - \theta$

自然光透过第一块偏振片后的光强为 $\frac{1}{2}I_0$

根据马吕斯定律透过插入偏振片后的光强为 $\frac{1}{2}I_0 \cos^2 \theta$

则从第二块偏振片出射的光强为

$$I = \frac{1}{2}I_0 \cos^2 \theta \cos^2 (90^\circ - \theta) = \frac{1}{2}I_0 \cos^2 \theta \sin^2 \theta$$

整理得

$$I = \frac{1}{8}I_0 \sin^2 2\theta$$

若 $I = \frac{1}{8}I_0$ 则 $\theta = 45^\circ$ ，即插入的偏振片与两个偏振片均成 45° 角

(2) 令 $I=0$ ，得 $\sin^2 2\theta=0$ 即 $\theta=0$ 或 $\pi/2$ 插入的偏振片偏振方向与其中的一块平行

(3) 令 $I = \frac{1}{2}I_0$ ，得 $\sin^2 2\theta$ 说明出射光强不可能为 $\frac{1}{2}I_0$

(4) 通过第一片偏振片 P_1 的光振幅为 A_1 ，则射入 $1/4$ 波片的寻常光和非常光振幅分别为

$$A_{o1} = A_1 \sin \alpha = \frac{1}{2} A_1 \quad A_{e1} = A_1 \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} A_1$$

在第二片偏振片透光轴上的分量为 u

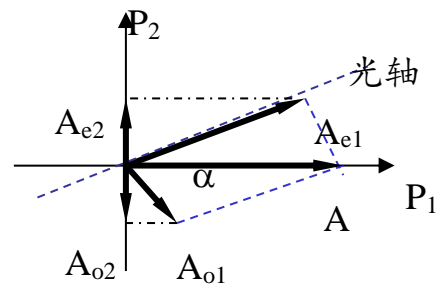
$$A_{o2} = A_{o1} \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4} A_1 \quad A_{e2} = A_{e1} \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4} A_1$$

通过 $1/4$ 波片后， o 光和 e 光有 $\pi/2$ 的相位差，另外通过第二片偏振片 P_2 后，产生附加相位差 π

则出射的 o 光和 e 光总的相位差为 $\frac{\pi}{2} + \pi$

通过第二片偏振片透光轴上的 o 光和 e 光相干，合成光强为

$$A_2^2 = A_{o2}^2 + A_{e2}^2 + 2A_{o2}A_{e2} \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi\right)$$



整理得

$$A_2^2 = \frac{3}{8} A_1^2$$

由马吕斯定律可知

$$A_1^2 = \frac{1}{2} I_0$$

则出射光强为

$$I = A_2^2 = \frac{3}{16} I_0$$

三、简答题

1、请解释说明马吕斯定律。

答： $I_2 = I_1 \cos^2 \theta$ ，所表达的线偏光通过检偏器后透射光强随 θ 角变化的这种规律，叫做马吕斯定律。