

第十九章 光的偏振

一 选择题

1. 把两块偏振片一起紧密地放置在一盏灯前,使得后面没有光通过。当把一块偏振片旋转 180° 时会发生何种现象: ()

- A. 光强先增加,然后减小到零
B. 光强始终为零
C. 光强先增加后减小,然后又再增加
D. 光强增加,然后减小到不为零的极小值

解: $I = I_0 \cos^2(\alpha + \frac{\pi}{2})$, α 从 0 增大到 $\frac{\pi}{2}$ 的过程中 I 变大; 从 $\frac{\pi}{2}$ 增大到 π 的过程中 I 减小到零。

故本题答案为 A。

2. 强度为 I_0 的自然光通过两个偏振化方向互相垂直的偏振片后,出射光强度为零。若在这两个偏振片之间再放入另一个偏振片,且其偏振化方向与第一偏振片的偏振化方向夹角为 30° ,则出射光强度为: ()

- A. 0
B. $3I_0/8$
C. $3I_0/16$
D. $3I_0/32$

解: $I = \frac{I_0}{2} \cos^2 30^\circ \cos^2(90^\circ - 30^\circ) = \frac{I_0}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{32} I_0$ 。

故本题答案为 D。

3. 振幅为 A 的线偏振光,垂直入射到一理想偏振片上。若偏振片的偏振化方向与入射偏振光的振动方向夹角为 60° ,则透过偏振片的振幅为: ()

- A. $A/2$
B. $\sqrt{3}A/2$
C. $A/4$
D. $3A/4$

解: $A'^2 = A^2 \cos^2 60^\circ$, $A' = A/2$ 。

故本题答案为 A。

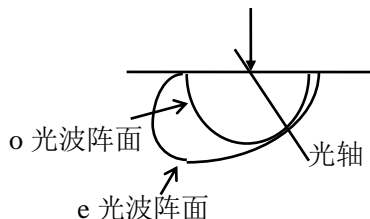
4. 自然光以 60° 的入射角照射到某透明介质表面时,反射光为线偏振光。则 ()

- A. 折射光为线偏振光,折射角为 30°
B. 折射光为部分偏振光,折射角为 30°
C. 折射光为线偏振光,折射角不能确定
D. 折射光为部分偏振光,折射角不能确定

解: 本题答案为 B。

5. 如题图所示,一束光垂直投射于一双折射晶体上,晶体的光轴如图所示。下列哪种叙述是正确的? ()

- A. o 光和 e 光将不分开



选择题 5 图

- B $n_e > n_o$
 C e 光偏向左侧
 D o 光为自然光

解：本题答案为 C。

6. 某晶片中 o 光和 e 光的折射率分别为 n_o 和 n_e ($n_o > n_e$)，若用此晶片做一个半波片，则晶片的厚度应为（光波长为 λ ）：（ ）

- A $\lambda/2$ B $\lambda/2n_o$ C $\lambda/2n_e$ D $\lambda/2(n_o - n_e)$

解：本题答案为 D

7. 一束圆偏振光经过四分之一波片后，（ ）

- A. 仍为圆偏振光 B. 为线偏振光 C. 为椭圆偏振光 D. 为自然光

解：本题答案为 B。

8. 一束圆偏振光入射到偏振片上，出射光为：（ ）

- A. 线偏振光 B. 圆偏振光 C. 椭圆偏振光 D. 自然光

解：本题答案为 A。

二 填空题

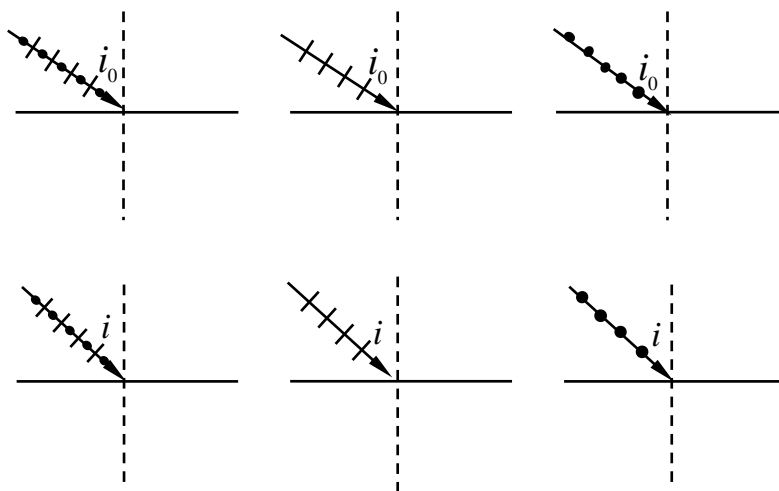
1. 强度为 I_0 的自然光，通过偏振化方向互成 30° 角的起偏器与检偏器后，光强度变为_____。

解： $3 I_0/8$

2. 自然光以某一角度入射到两种媒质的分界面发生反射和折射时，一般情况下，反射光为_____偏振光，折射光为_____偏振光。

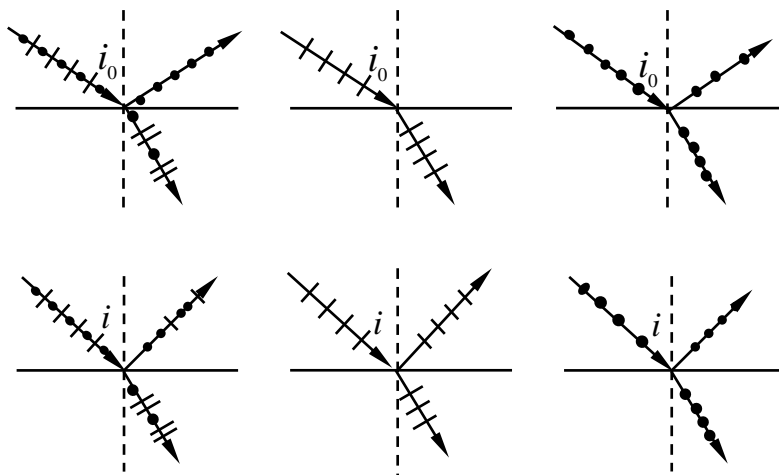
解：部分；部分

3. 如题图所示，若用自然光或线偏振光分别以起偏振角或任意入射角照射到一玻璃表面时，请画出反射光和折射光及其偏振状态。



填空题 3 图

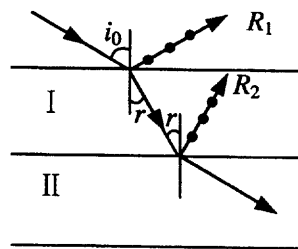
解：反射光和折射光的偏振状态如下图。



4. 如图所示，一束自然光相继射入介质 I 和介质 II，介质 I 的上下表面平行，当入射角 $i_0=60^\circ$ 时，得到的反射光 R_1 和 R_2 都是振动方向垂直于入射面的完全偏振光，则光线在介质 I 中的折射角 $r=$ _____，介质 II 和 I 的折射率之比 $n_2/n_1=$ _____。

解 由题意，入射角 $i_0=60^\circ$ 为起偏角，入射角和反射角满足关系的 $i_0+r_0=90^\circ$ ，可知光线在介质 I 中的折射角 $r=30^\circ$ ，这又是入射到介质 II 的起偏角，由布儒斯特定律，介质 II 和 I 的折射率之比

$$\frac{n_2}{n_1} = \tan r = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}.$$



填空题 4 图

5. 产生双折射现象的原因，是由于晶体对寻常光线与非常光线具有不同的_____，传播方向改变时，非常光线的传播速度_____。

解：折射率；改变。

6. 波片可使 o 光和 e 光产生相位差。二分之一波片使 o 光 e 光产生的相位差为_____，四分之一波片使 o 光和 e 光产生的相位差为_____。

解： π ； $\pi/2$ 。

7. 圆偏振光可看成两个振动方向互相_____，相位差为_____的线偏振光的合成。

解：垂直， $\pi/2$ 或 $3\pi/2$ 。

8. 两振动方向相互垂直的同一频率单色偏振光合成后要形成圆偏振光，这两光线的相位差必须为_____或_____，且振幅必须相等。

解： $\pi/2$ 或 $3\pi/2$ 。

9. 两个振动方向相互垂直的线偏振光，若两者相位差为 π ，则两者合成后为_____偏振光；若两者相位差为 $\pi/2$ ，且两者振幅相等，则合成后为_____偏振光。

解：线，圆。

三 计算题

1. 使自然光通过两个偏振化方向成 60° 的偏振片，透射光强为 I_1 。今在这两个偏振片之间再插入另一个偏振片，它的偏振化方向于前两个偏振片均成 30° 角，则透射光强是多少？

解：设自然光经第一偏振片后出射光强为 I_0 ，则未插入另一偏振片前透射光强

$$I_1 = I_0 \cos^2 60^\circ = I_0/4$$

插入另一偏振片后，从中间偏振片出射光强为

$$I_0' = I_0 \cos^2 30^\circ = 3I_0/4$$

透射光强

$$I_1' = I_0' \cos^2 30^\circ = 3 I_0'/4 = 9I_0/16$$

$$\text{则 } I_1'/I_1 = 9/4$$

$$I_1' = 9I_1/4$$

2. 有两个偏振片，当它们偏振化方向间的夹角为 30° 时，一束单色自然光穿过它们，出射光强为 I_1 ；当它们偏振化方向间的夹角为 60° 时，另一束单色自然光穿过它们，出射光强为 I_2 ，且 $I_1 = I_2$ 。求两束单色自然光的强度之比。

解：设两束单色自然光的强度分别为 I_{10} 和 I_{20} ，则经过起偏器后光强分别为 $I_{10}/2$ 和 $I_{20}/2$ 。

$$\text{经过检偏器后 } I_1 = \frac{I_{10}}{2} \cos^2 30^\circ, \quad I_2 = \frac{I_{20}}{2} \cos^2 60^\circ$$

因为 $I_1 = I_2$ ，故两束单色自然光的强度之比

$$\frac{I_{10}}{I_{20}} = \frac{\cos^2 30^\circ}{\cos^2 60^\circ} = \frac{1}{3}$$

3. 三块偏振片叠在一起，第二块与第一块的偏振化方向间的夹角为 45° ，第三块和第二块的偏振化方向间的夹角也为 45° 。光强为 I_0 的自然光垂直照射到第一块偏振片上。

求：（1）通过每一偏振片后的光强；（2）通过第三块偏振片后，光矢量的振动方向。

解 通过第一偏振片后，自然光变为线偏振光，光强为 $\frac{1}{2}I_0$ ，光矢量的振动方向与第一块偏振片的偏振方向相同。

因为第二块偏振片与第一块的偏振化方向间的夹角为 45° ，故由马吕斯定律，通过第二块偏振片的光强为 $\frac{1}{2}I_0 \cos^2 45^\circ = \frac{I_0}{4}$ ，光矢量的振动方向与第二块偏振片的偏振方向相同。

因为第三块偏振片和第二块的偏振化方向间的夹角也为 45° ，故通过第三块偏振片

的光强为 $\frac{I_0}{4} \cos^2 45^\circ = \frac{I_0}{8}$ ，光矢量的振动方向与第三块偏振片的偏振方向相同。

4. 水的折射率为 1.33，玻璃的折射为 1.50。当光由水中射向玻璃而反射时，起偏振角为多少？当光由玻璃射向水而反射时，起偏振角又为多少？

解：光由水中射向玻璃而反射时， $\tan i_1 = \frac{n_{\text{玻}}}{n_{\text{水}}} = \frac{1.50}{1.33}$ ， $i_1 = 48.44^\circ$ ；

光由玻璃射向水而反射时， $\tan i_2 = \frac{n_{\text{水}}}{n_{\text{玻}}} = \frac{1.33}{1.50}$ ， $i_2 = 41.56^\circ$ 。

5. 沿光轴方向切下石英晶片，已知 $n_e=1.5533$ ， $n_o=1.5442$ ，为使波长为 $\lambda=500\text{nm}$ 的线偏振光通过晶片后变为圆偏振光，则晶片的最小厚度应为多少？

解：为使线偏振光通过晶片后成为圆偏振光，最小的晶片厚度应使 o 光和 e 光的光程差为四分之一波长，即

$$\delta = (n_e - n_o) d = \lambda/4$$
$$d = \lambda/4(n_e - n_o) \approx 0.014 \text{ mm}。$$