

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

*****本章教学要求*****

- 1、理解光的横波特性、光的五种偏振态；掌握用偏振片起偏和检偏的方法。
- 2、掌握马吕斯定律，能熟练应用它计算偏振光通过偏振片后的光强变化。
- 3、理解光在反射和折射时偏振状态的变化，能应用布儒斯特定律计算起偏振角 i_0 ，掌握用反射和折射现象获得偏振光的方法。
- 4、理解光轴、主平面概念，理解寻常光（O 光）和非寻常光（e 光）的区别、正晶体和负晶体区别。
- 5、理解利用晶体双折射起偏的原理和实验装置，能判断单轴晶体中 O 光和 e 光传播方向。

一、选择题：

- 1、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 $I = \frac{I_0}{8}$ 。已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直，则 P_1 与 P_2 的偏振化方向夹角是
- [B] (A) 30° . (B) 45° . (C) 60° . (D) 90° .

解： 设 P_2 与 P_1 偏振化方向间夹角为 α ，光强为 I_0 的自然光通过后光强为 $\frac{1}{2}I_0$ ，再通过

P_2 后光强为 $\frac{1}{2}I_0 \cos^2 \alpha$ ，最后再通过 P_3 后光强为

$$\frac{1}{2}I_0 \cos^2 \alpha \cos^2 (90 - \alpha) = \frac{I_0}{8}, \quad \text{即 } \sin^2 (2\alpha) = 1, \quad \alpha = \frac{\pi}{4}$$

要使出射光的光强为零， P_2 的偏振化方向应与 P_1 或 P_3 的偏振化方向平行，即最少要转过 45° 。故选 B

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 7 倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

[C] (A) $\frac{1}{2}$ (B) $\frac{1}{5}$ (C) $\frac{1}{3}$ (D) $\frac{2}{3}$

解： 设入射自然光光强为 I_1 ，线偏振光光强为 I_2 ，混合光通过偏振片后光强为：

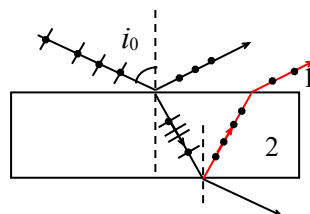
$$I = \frac{1}{2}I_1 + I_2 \cos^2 \alpha, \quad I_{\max} = \frac{1}{2}I_1 + I_2, \quad I_{\min} = \frac{1}{2}I_1, \text{由题意}$$

[在此处键入]

$$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{\frac{1}{2}I_1 + I_2}{\frac{1}{2}I_1} = 7 \quad \text{得} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3} \quad \text{故选 C}$$

3. 一束自然光自空气射向一块平板玻璃(如图), 设入射角等于布儒斯特角 i_0 , 则在界面 2 的反射光

- [B] (A) 是自然光
(B) 是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面
(C) 是线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面
(D) 是部分偏振光



解: 由反射折射起偏的规律知: 自然光以布儒斯特角自空气射向一块平板玻璃, 入射角

$i_0 = \arctg \frac{n_2}{n_1}$, 折射光为部分偏振光, 折射角 $\gamma = \frac{\pi}{2} - i_0$ 。由图得在界面 2 的入射光入

射角 $i' = \gamma = \frac{\pi}{2} - i_0$, 即 $\tgi' = \tg(\frac{\pi}{2} - \arctg \frac{n_2}{n_1}) = \frac{n_1}{n_2}$, 故在界面 2 的入射角 i' 是布儒斯

特角, 在界面 2 的反射光是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面。

故选 B

4. 一束入射光垂直入射到偏振片上时没有光线通过。当偏振片慢慢转动 180° 时, 透射光光强先增加, 然后减小至零, 则入射光为:

- [A] (A) 线偏振光
(B) 椭圆偏振光
(C) 自然光或圆偏振光
(D) 部分偏振光

解: 设入射光为线偏振光, 光强为 I_0 , 透过偏振片后光强为 $I = I_0 \cos^2 \alpha$ 其中 α 是线偏振

光方向与偏振片偏振化方向之间的夹角。起初 $I = 0$, $\alpha = \frac{\pi}{2}$, 转动使 α 变化 180° 时, I

按 $I = I_0 \cos^2 \alpha$ 周期变化, 表现出光强先增加, 然后减小至零。

故选 A

5. 尼科耳棱镜是利用双折射原理制成的, 该棱镜:

- [B] (A) 可用作起偏器, 但不能用作检偏器
(B) 既可用作起偏器, 也可用作检偏器
(C) 不可用作起偏器, 但可用作检偏器
(D) 既不可用作起偏器, 也不能用作检偏器

解: 从尼科耳棱镜的工作原理可知, 其作用效果相当于一个偏振片。故选 B

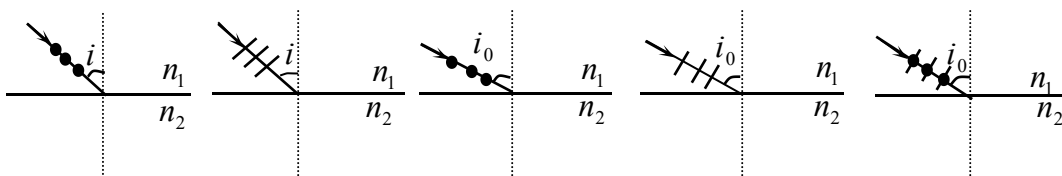
[在此处键入]

二、填空题:

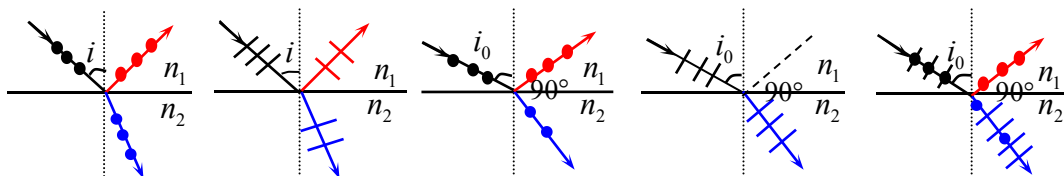
1. 当光从空气中射到玻璃而被反射时,起偏角为 57° , 反过来, 当光由玻璃射向空气而被反射时,起偏角为_____。

解: 根据布儒斯特定律,起偏角为 $\alpha = 90^\circ - 57^\circ = 33^\circ$

2. 在以下五个图中, n_1 、 n_2 为两种介质的折射率, 图中入射角 $i_0 = \arctg(n_2 / n_1)$, $i \neq i_0$, 试在图上画出实际存在的折射光线和反射光线, 并用点或短线把振动方向表示出来。



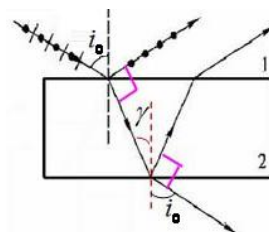
解: 由布儒斯特定律: $i \neq i_0$ 时, 两种振动方向的光既折射也反射。当 $i = i_0$ 时, 平行于入射面的振动的光只折射不反射, 垂直于入射面的振动的光既折射也反射, 如图所示。



3. 自然光以 60° 的入射角从空气照射到不知其折射率的某一透明介质表面时, 反射光为线偏振光, 则可知其折射率为_____。

解: $\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{n}{1} = 1.73 \Rightarrow n = 1.73$

4. 一束自然光自空气射向一块平板玻璃(如图), 设入射角等于布儒斯特角 i_0 , 则在界面 2 的透射光偏振态是_____。



解: 根据布儒斯特定律可知, 在界面 2 的透射光偏振态是 (部分偏振光)。

5.自然光和圆偏振光都可以看成两列互相垂直、振幅相等的线偏振光的叠加，关键的不同在于看这两列线偏振光的_____是不是固定的。

解：由光的五种偏振态分类可知。这两列线偏振光的（相位差）是不是固定的。

6.发生双折射的晶体内，o光和e光都为线偏振光；o光的振动方向_____于其主平面，o光的子波面为_____；e光的振动方向_____于其主平面，e光的子波面为_____。

解：由惠更斯原理对双折射的解释可知。o光的振动方向（垂直）于其主平面，o光的子波面为球面；e光的振动方向（平行）于其主平面，e光的子波面为旋转椭球面。

三、计算题：

1. 使一光强为 I_0 的平面偏振光先后通过两个偏振片 P_1 和 P_2 ， P_1 和 P_2 的偏振化方向与入射光光矢量振动方向的夹角分别为 α 和 90° ，则通过这两个偏振片后的光强是多少？

解：由马吕斯定律，入射光通过 P_1 以后的光强为 $I_1 = I_0 \cos^2 \alpha$

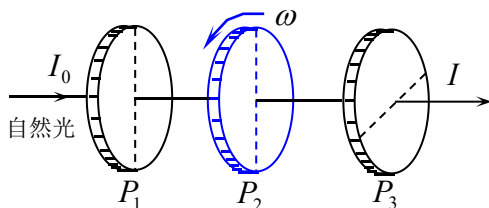
通过 P_2 以后的光强为

$$I_2 = I_1 \cdot \cos^2 (90^\circ - \alpha) = I_0 \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 (90^\circ - \alpha) = \frac{1}{4} I_0 \sin^2 (2\alpha)$$

2. 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_3 的偏振化方向相互垂直，若以入射光线为轴，旋转 P_2 ，

（1）要使出射光的光强为零， P_2 最少要转过的角度是多少？

（2） P_2 以恒定角速度旋转，求任一时刻的透射光强度。（设 $t = 0$ 时，偏振片 P_2 与 P_1 的偏振化方向之间的夹角为零）。



(1) 解: 由马吕斯定律,

入射光通过 P_1 以后的光强为 $I_1 = \frac{1}{2}I_0$

通过 P_2 以后的光强为

$$I_2 = I_1 \cdot \cos^2 \theta = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$$

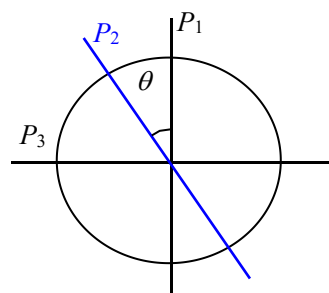
从 P_3 出射的光强为

$$I_3 = I_2 \cdot \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right)$$

依题意, 得:

$$I_3 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) = \frac{1}{8} I_0$$

故 P_2 最少要转过 $\theta = \frac{\pi}{4}$ 。



(2) 解: 设 $t = 0$ 时, 偏振片 P_2 与 P_1 的偏振化方向之间的夹角为零。

那么, 任意 t 时刻, 三个偏振片的偏振化方向如右图所示, 其中 $\theta = \omega t$ 。

由马吕斯定律,

入射光通过 P_1 以后的光强为 $I_1 = \frac{1}{2}I_0$

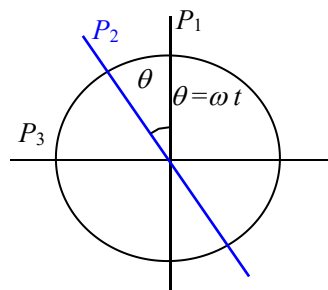
通过 P_2 以后的光强为

$$I_2 = I_1 \cdot \cos^2 \theta = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$$

从 P_3 出射的光强为

$$I_3 = I_2 \cdot \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right)$$

$$= \frac{1}{8} I_0 \sin^2 2\theta = \frac{1}{8} I_0 \sin^2 (2\omega t)$$



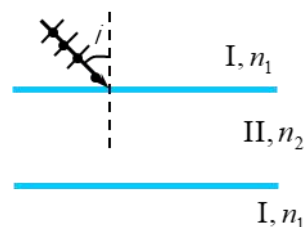
[在此处键入]

3. 如图安排的透光介质 I、II、I，两个界面相互平行。一束自然光由 I 中入射，若 i 为起偏角。试回答：

(1) 从 I 到 II 的交界面上的反射光为哪种偏振光？

(2) 若 $n_1 = 1$ ， $n_2 = 1.65$ ，则折射角 $\alpha = ?$ ，据此画出光线在 II 中的光路及穿出 II 的光路，并标明偏振状态。

(3) 若穿出 II 后，光线又遇到与 II 平行且相同材质的薄片，入射角为多大？继续画出光路，标明偏振状态，并以此类推，回答玻璃片堆的起偏效果。

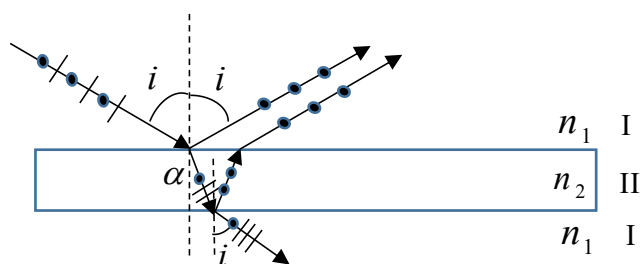


解：(1) 根据布儒斯特定律，反射光为完全偏振光

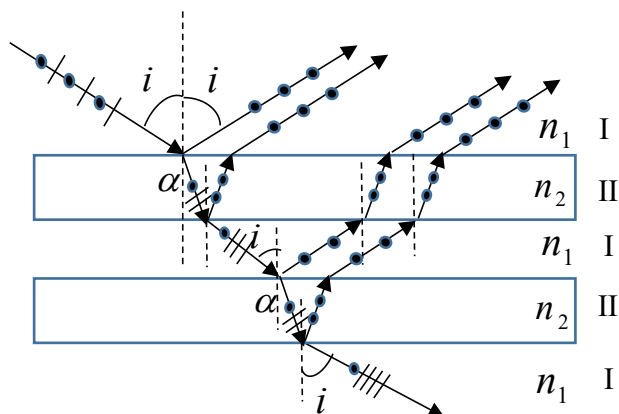
(2)

$$\operatorname{tg} i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.65}{1} \Rightarrow i = 58.78^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ - i = 90^\circ - 58.78^\circ = 31.22^\circ$$



(3) 入射角为 $i = 58.78^\circ$ ，光路如图所示。玻璃片堆的起偏效果是：在反射光和透射光中获得振动方向相互垂直、具有一定强度的两束线偏振光。



[在此处键入]