第十二章 光的偏振

12-1 解：可能.
因为自然光通过第一个偏振片后成为与第一个偏振片的偏振化方向平行的线偏振光，将第三块偏振片放在第一个偏振片之后，只要两偏振片的偏振化方向不是正交，那么通过第一个偏振片后的线偏振光可以在任意两个相互垂直的方向上分解成两个线偏振光，且与第三个偏振片的偏振化方向平行. 同理，这一偏振光可通过第二个偏振片，如果第二个偏振片和第三个偏振片不正交的话.

12-2 解： 当 $n_1 < n_2$ 时， $i_p > \frac{\pi}{4}$ （因为 $i_p + \gamma = \frac{\pi}{2}$ ）

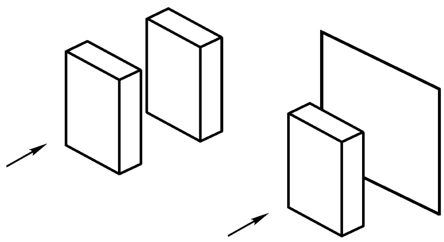
当 $n_1 > n_2$ 时， $i_p < \frac{\pi}{4}$ （因为 $i_p + \gamma = \frac{\pi}{2}$ ）

因为 $i_p > i_p'$

所以 $n_1 < n_2$，所以 n_2 是光密媒质.

12-3 解：光垂直于光轴方向传播时， o 光、e 光的传播方向相同，均垂直于波阵面，但 o 光、e 光的传播速度不同，结果使 o 光、e 光之间产生相位差，因此仍有双折射现象.

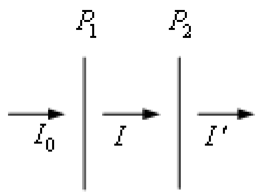
12-4 解：由于冰的两个折射率相差很小，所以寻常光和非寻常光的夹角很小. 当厚度与方解石的相同时，当两光线透过晶体时还没有分开，所以看不到两个像.



12-5 解：当自然光不是沿着晶体的光轴方向或与光轴垂直方向入射，那么通过方解石后有两束透射光. 其中一束光符合折射定律称寻常光；另一束折射光不符合折射定律称非寻常光. 这就是光的双折射现象. 如果把方解石沿垂直光传播方向对截成两块后平移分开，那么由于光轴方向未变且入射光方向未变. 在第一块方解石中的寻常光，在第二块方解石中仍是寻常光；在第一块方解石中的非寻常光，在第二块方解石中仍是非寻常光，所以透射光仍然是两束.

如果去掉一块，在后面放一与光线垂直的平面反射镜，则经过平面反射的 o 光和 e 光与晶体光轴之间产生夹角，所以经过晶体时都将产生双折射现象，每一条光线分解为两条，因而出射光为四条，两条 o 光、两条 e 光.

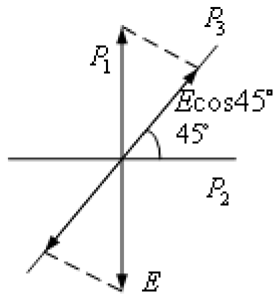
12-6 解：非常光的主折射率 n_e 表示 e 光在垂直于光轴方向上的折射率. 在双折射晶体中， e 光只有在垂直于光轴方向上的折射率为 c/n_e， e 光在其它方向折射率介于 n_o 和 n_e 之间.



12-7 解：当 $P_1 // P_2$ 时

$$I = I' = \frac{I_0}{2} = I_m$$

所以入射光强 $I_0 = 2I_m$



当 P_1 与 P_3 成 45° 角时

$$I = \frac{I_0}{2}\cos^2 45^\circ$$

$$= I_m \times \frac{1}{2}$$

$$= \frac{I_m}{2}$$

P_3 与 P_2 成 45° 角

所以出射光 $I' = I\cos^2 45^\circ$

$$= \frac{1}{4} I_m$$

12-8 解：入射自然光强为 I_0，出射光强为 I'，两偏振片夹角 θ

$$\frac{I'}{I_0} = \frac{1}{3}$$

根据马吕斯定律

$$I' = \frac{1}{2} I_0 \cos^2\theta$$

所以 $$\cos^2\theta = \frac{2I'}{I_0}$$

$$= \frac{2}{3}$$

$$\cos\theta = \frac{\sqrt{6}}{3}$$

$\theta \doteq 35.26^\circ$

12-9 解：（1） $n_1 = 1.33$， $n_2 = 1.50$

$$\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$$

$$= \frac{1.50}{1.33}$$

$$\doteq 1.128$$

$$i_p \doteq 48.44^\circ$$

（2） $n_1 = 1.50$， $n_2 = 1.33$

$$\tan i_p' = \frac{n_2}{n_1}$$

$$= \frac{1.33}{1.50}$$

$$\approx 0.887$$

$$i_p' \doteq 41.56^\circ$$

12-10 解： $i_p = 58^\circ$， $n_1 = 1$， 求 $n_2 = ?$

$$\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_2 = \tan 58^\circ$$

$$= 1.60$$

$$n_1 \sin i_p = n_2 \sin \gamma$$

$$\sin \gamma = \frac{\sin i_p}{n_2}$$

$$= \frac{\sin 58^\circ}{1.60}$$

$$\approx 0.53$$

$$\gamma \doteq 32^\circ$$

12-11 解：主截面：通过光轴并与晶体任一表面相垂直的平面叫晶体的主截面。

尼科耳棱镜作为检偏器时，如入射的平面偏振光的振幅为 A_0，它的振动方向与尼科耳主截面（总是指 e 光的主截面）之间的夹角为 θ，则尼科耳棱镜内的 e 光的振幅为 $A_0\cos\theta$， o 光的振幅为 $A_0\sin\theta$， e 光透射出尼科耳后，这一平面偏振光的强可表示为 $I = I_0\cos^2\theta$ （$I_0 = A_0{}^2$）. 当自然光连续通过两个尼科耳时，第一个尼科耳 N_1 作为起偏器，第二个尼科耳 N_2 作为检偏器. θ 即为尼科耳主截面之间的夹角.

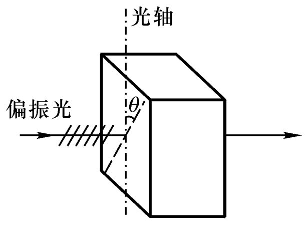
设透过第一个尼科耳的线偏振光 e 光的光强为 I，透过第二个尼科耳的线偏振光 e 光的光强为 I'

则 $I' = I\cos^2\theta$

当 $\theta = 30^\circ$ 时， $I_1' = \dfrac{3}{4}I$

当 $\theta = 45^\circ$ 时， $I_2' = \dfrac{I}{2}$

$$\frac{I_2'}{I_1'} = \frac{\frac{I}{2}}{\frac{3}{4}I} = \frac{2}{3}$$



12-12 解：设入射偏振光强为 I，出射 o 光光强为 I_o，出射光强为 I_e

则 $I_e = I\cos^2 30^\circ = \dfrac{3}{4}I$

$$I_o = I\sin^2 30^\circ = \frac{1}{4}I$$

$$\frac{I_e}{I_o} = \frac{\frac{3}{4}I}{\frac{1}{4}I} = 3$$

所以 $\dfrac{I_o}{I_e} = \dfrac{1}{3}$， $A_O = A\sin 30^\circ$ $A_e = A\cos 30^\circ$

所以 $\frac{A_o}{A_e}=\frac{\sqrt{3}}{3}$

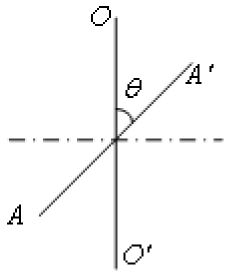


图12.12（2）

不论是自然光，还是平面偏振光，当它们入射到单轴晶体时，一般来说都会产生双折射. 只有自然光入射的情况下，o 光和 e 光的振幅相同；而在平面偏振光入射时，o 光和 e 光的振幅不一定相等，随着晶体方向的改变，它们的振幅也发生变化. 图中 AA' 表示垂直入射的平面偏振光的振动面与纸面的交线，OO' 表示晶体的主截面与纸面的交线，θ 即为振动面与 $A_o=A\sin 30^\circ$，$A_e=A\cos 30^\circ$ 主截面的夹角. 由于 o 光的振动面垂直于主截面，e 光的振动面平行于主截面，则 o 光和 e 光的振幅分别为 $A_o=A\sin\theta$，$A_e=A\cos\theta$. 其中 A 是入射平面偏振光的振幅. 在考虑两束光的强度时，应注意光强是与折射率成正比的. 在晶体中 o 光和 e 光的强度应分别为 $I_o=n_oA_o{}^2=n_oA^2\sin^2\theta$，$I_e=n_e(\alpha)A_e{}^2=n_e(\alpha)A^2\cos^2\theta$.

12-13 解：（a）石英 $d=\frac{\lambda}{4(n_o-n_e)}$

$$=\frac{5893\times10^{-10}}{4\times(1.5442-1.5533)}$$

$$=1.619\times10^{-5}\ \text{m}$$

$$=16.19\ \mu\text{m}$$

（b） 方解石 $d=\frac{\lambda}{4(n_o-n_e)}$

$$=\frac{5893\times10^{-10}}{4\times(1.6584-1.4864)}$$

$$=8.565\times10^{-7}\ \text{m}$$

$$=0.856\ \mu\text{m}$$