

观察光的偏振现象

1. 描述光的五种偏振态

(1) 椭圆偏振光：电矢量为

$$E_x(t) = A_x \cos \omega t, \quad E_y(t) = A_y \cos(\omega t + \delta)$$

其电矢量在垂直波矢平面内的投影为一椭圆；

(2) 圆偏振光：是椭圆偏振光在 $A_x = A_y, \delta = \pm \frac{\pi}{2}$ 时的特殊情况，其电矢量可以写为

$$E_x(t) = A \cos \omega t, \quad E_y(t) = \pm A \sin \omega t$$

(3) 线偏振光：是椭圆偏振光在 $\delta = 0$ 或 π 时的特殊情况，其电矢量为

$$E_x(t) = A_x \cos \omega t, \quad E_y(t) = \pm A_y \cos \omega t$$

(4) 自然光：它是大量的、不同取向的、彼此无关的、无特殊优越取向的线偏振光的集合。自然光相对于波矢方向具有轴对称性，并且各方向的线偏振光之间的相位关系是完全随机的；

(5) 部分偏振光：它与自然光的区别在于它不是轴对称的，存在一个振幅最大的优越方向。但它和自然光一样，各方向的线偏振光之间的相位关系是随机的；

2. 用布儒斯特定律描述玻璃反射和透射对光偏振态的影响：

当光以一定的角度入射到玻璃表面的时候， s 光和 p 光的反射率和透射率一般是不同的，它们的透射反射规律由菲涅尔公式描述。将 s 光和 p 光的光强反射率随入射角的变化曲线作出（如图 1）。可以看到在入射角很小的时候， s 光和 p 光的反射率非常接近，即光的偏振态几乎不受影响；随着入射角的增大， p 光的反射率会小于 s 光，使得在反射光中 s 光振幅更大，折射光中 p 光振幅更大。特别地，在布儒斯特角 ($\theta_B = \arctan n$) 的时候， p 光的反射率为 0，使得反射光成为仅有 s 光的线偏振光。

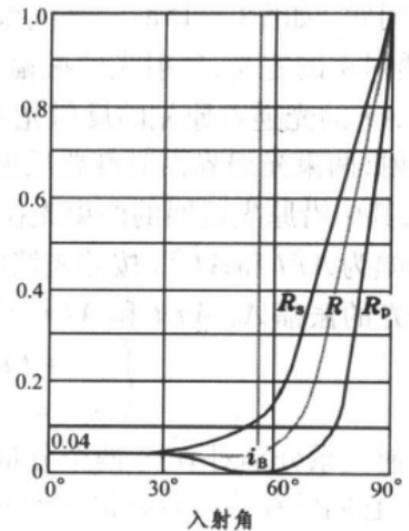


图 1: 空气到玻璃的反射率曲线

3. 如何检测线偏振光的偏振方向？如何改变线偏振光的偏振方向？

使用偏振片观察偏振光，观察到每旋转 90 度，光强由最亮逐渐降到 0（或从 0 逐渐增强到最亮），则为线偏振光。使用放置在光线传播路径上的偏振片改变线偏振光的偏振方向。

4. 如何将线偏振光变成椭圆偏振光？如何利用 $\frac{\lambda}{4}$ 片将椭圆偏振光变成线偏振光？

使用 $\frac{\lambda}{4}$ 波片，并使得线偏振光的偏振方向与波片的光轴方向不重合，这样可以使得平行和垂直于波片主光轴的两个方向上的光矢量的相位相差 $\frac{\pi}{2}$ ，即可形成椭圆偏振光。首先使用偏振片确定椭圆偏振光的振动的长短轴方向，将 $\frac{\lambda}{4}$ 波片的主光轴与椭圆的长轴或短轴平行，则可以得到线偏振光。

5. 如何区分椭圆偏振光和部分偏振光？请给出你的设计方案。

使用第 4 题中的方法放置 $\frac{\lambda}{4}$ 波片，如果能够得到线偏振光，则为椭圆偏振光，如果不能，则为部分偏振光。