

光的偏振

光的偏振状态

光的偏振现象

振动方向对于波的传播方向的不对称性叫做偏振，只有横波才有偏振现象

光的偏振态

非偏振光（自然光）：在垂直于传播方向的平面上的一切方向，没有哪个方向较其他方向更占优势，而且各个方向的振幅都相同

完全偏振光（线偏振光，平面偏振光）：迎着光的传播方向看，一束光只含有单一方向的光振动

部分偏振光：垂直于光的传播方向的平面上，各个方向的光振动都存在，但振幅不同，在某一方向上或区域内光振动最强，在与之垂直的方向或区域内光振动最弱，且各个方向的光振动之间都没有固定的相位关系

偏振度 $R = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$

当R=1,为线偏振光

当R=0, 为自然光

当0<R<1,为部分偏振光

起偏和检偏

偏振片

只允许光的某一振动方向的光矢量通过的光学器件

偏振化方向：偏振片中允许光透过去的方向

起偏和检偏

起偏

让自然光通过偏振片后透射出来的光就是线偏振光，这个过程叫做起偏

起偏器

光强

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

检偏

用偏振片对入射光的偏振状态进行检验

自然光/圆偏振光：光强不变

线偏振光：光强改变且有消光现象

部分偏振光/椭圆偏振光：光强改变但无消光现象

检偏器

马吕斯定律

一束光强为 I_0 的线偏振光透射过偏振片的光强 I 为

$I = I_0 \cos^2 \alpha$

当夹角为0°或180°，透射光强最大，等于入射线偏振光的光强

当夹角为90°或270°，透射光强最小，且为零，此即为消光现象

布儒斯特定律及应用

自然光在两种各向同性介质分界面上产生反射和折射时，偏振状态发生改变，反射光和折射光都将成为部分偏振光

入射面：入射光线与界面法线构成的平面

反射光中垂直于入射面的光振动较强，折射光中平行于入射面的光振动较强

布儒斯特定律

当入射角为某一特定角时，反射光将变成完全线偏振光，该特定角满足

$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$

当入射角为布儒斯特角，折射光为部分偏振光，折射光线和入射光线相互垂直

$i_0 + r = \frac{\pi}{2}$

当入射光以 r 角从 n_2 介质入射到界面时，此 r 角也为布儒斯特角， i_0 变为折射角

应用：玻璃堆

通过玻璃堆对入射光进行多次反射与折射，从反射光中分离出更多的垂直振动，以至于使反射光与折射光都成为完全线偏振光，从而获得较强的线偏振光

玻璃片越多，透射光的偏振化程度越高，最后接近完全线偏振光

双折射现象

寻常光和非寻常光

双折射现象：入射光入射到各向异性介质，折射光将分成两束

寻常光：遵从折射定律的那束光，用o表示

非寻常光：不遵从折射定律的那束光，用e表示，一般不在入射面内

光轴：改变入射光线的方向，可在晶体内部找到一个确定的方向，光线沿该方向传播时不发生双折射现象，这一特定方向称为光轴

单轴晶体：只有一个光轴的晶体

双轴晶体：有两个光轴的晶体

主平面：由光轴与任一已知光线（o光或e光）构成的平面

o光的主平面：o光的传播方向与光轴构成

e光的主平面：e光的传播方向与光轴构成

单轴晶体中o光和e光的波面

正晶体： $v_o > v_e, n_o < n_e$

负晶体： $v_o < v_e, n_o > n_e$

o光的折射率

$n_o = \frac{c}{v_o}$

e光的折射率

沿晶体光轴方向传播时

$n_o = \frac{c}{v_o}$

沿垂直于晶体光轴方向传播时

$n_e = \frac{c}{v_e}$

沿其他方向传播时

n_e' 介于 n_o 于 n_e 之间

单轴晶体的主折射率：

n_o 和 n_e

惠更斯原理在双折射现象中的应用

o光的子波的波面是球面，e光的子波的波面是旋转椭球面，所有的球面和旋转椭球面子波的包络面分别构成o光和e光的新波面，而连接每个子波源中心与包络面的切点的连线是相应的光线传播方向

波片

o光和e光通过晶体后相位差为

$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} |n_o - n_e| d$

当 $\delta = |n_o - n_e| d = \frac{\lambda}{4}$ 时， $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$

四分之一波片

当 $\delta = |n_o - n_e| d = \frac{\lambda}{2}$ 时， $\Delta\varphi = \pi$

二分之一波片

椭圆偏振光和圆偏振光

圆偏振光：某一时刻，光矢量只有一个振动方向，随着光向前传播，光矢量的大小不变，但方向以某一角速度旋转，其末端的轨迹为圆

左旋圆偏振光

右旋圆偏振光

椭圆偏振光：某一时刻，光矢量只有一个振动方向，随着光向前传播，光矢量的大小随时间变化，方向随时间以某一角速度旋转，其末端轨迹为椭圆

左旋椭圆偏振光

左旋椭圆偏振光

圆偏振光和椭圆偏振光的获得

将线偏振光入射到波晶片上，出射后的两束光合成结果一般为椭圆偏振光

如果o光和e光的振幅相等，经过四分之一波片的光为圆偏振光

通过四分之一波片可以区分圆偏振光和自然光以及部分偏振光和椭圆偏振光