

偏振光的研究实验器件清单

本实验器件较多，请同学于实验前后仔细核查，切勿缺失。1~10号器件请使用后及时放回元件箱内相应位置。

1. 偏振片	2 只
2. $1/4$ 波片	1 只
3. $1/2$ 波片	1 只
4. 石英旋光晶体	1 只
5. 三棱镜	1 只
6. 三棱镜固定夹	1 只
7. 光学转动平台	1 只
8. 转接杆（含 4 只紧固螺钉）	1 只
9. 小孔屏	1 只
10. 白屏	1 只
11. 半导体激光器	1 只
12. 激光功率计	1 只
13. 12 档光阑探头（含电缆 1 根）	1 只
14. 光学支架	5 只
15. 光学导轨	1 只

偏振光的研究(课题实验)

光的干涉和衍射现象说明了光的波动性，光的偏振现象则进一步证实光波是横波。光的偏振在光学计量、光弹技术、薄膜技术等领域有着重要的应用。

课前思考

1. 线偏振光的产生

能够产生线偏振光的方法有哪些？设计相应的实验方法，画出光路图，列出所需实验器材。

2. 马吕斯定律

何为马吕斯定律？如何验证马吕斯定律？设计光路及操作步骤，列出所需实验器材，思考实验中可能存在哪些干扰因素？如何减少及避免其影响？

3. 反射光与折射光的偏振特性

自然光入射两种介质界面时，反射光与折射光各有何偏振特性？何为布儒斯特定律？如何测定布儒斯特角？设计光路及操作步骤，列出所需实验器材，并思考如何通过反射光的偏振特性确定未知偏振方向偏振片的偏振化方向。

4. 波片的性质及应用

何为波片？半波片和 $1/4$ 波片各有何特性？波片对偏振光的作用有哪些？设计实验进行波片对偏振光作用的综合观察与鉴别，列出所需实验器材。

5. 物质的旋光特性

什么是旋光现象？旋光物质有哪些？旋光特性有哪些实际应用？

6. 半导体激光器的偏振特性

初步了解半导体激光器的工作原理，设计方案测量半导体激光器出射光的偏振度

（光的偏振度：在部分偏振光的总强度中，完全偏振光所占的成分叫做偏振度。偏振度的数值愈接近 1，光线的偏振化程度就越高。）

7. 偏振光的干涉

偏振光的干涉现象是如何产生？偏振光的干涉有哪些实际应用？

实验要求

课题任务 1~3 项为必做实验内容，其他课题任务为选做内容，请同学们根据课时内实验完成情况及兴趣择一项或多项选做内容进行研究。

本实验是定性半定量的实验，实验重在观察、分析、归纳、总结。实验报告中请用简洁的语言说明原理、实验方案，画出必要的实验装置光路示意图，记录观察的现象并加以解释、分析和总结。

课题任务

1. 半导体激光器的偏振特性

通过偏振片观察半导体激光器的偏振特性。转动偏振片一周，观察其后放置的白屏上的光强变化情况，再用光探头测出其功率的最大值和最小值，并记录偏振片上相应的角度示值，求出半导体激光的偏振度 P 。

注意：光功率计探头光阑置于 $\Phi 6$ 档，尽量使光束全部进入探头，锁紧所有螺钉。

2. 光的偏振特性 — 验证马吕斯定律

利用现有仪器验证马吕斯定律，记录角度变化与相应功率值（测量范围 $0^\circ - 360^\circ$ ，每 10° 间隔测量），做出功率随角度变化的关系曲线，将实验值与理论值进行比较，计算其相对误差，对结果加以分析和评价。

注意：因半导体激光本身具有偏振性，建议在起偏器出射光强相对较大时进行实验。

3. 光的偏振特性 — 反射光的偏振特性

观察三棱镜光学表面反射光的偏振特性，加深对其理解，利用现有仪器测量出布儒斯特角，从而计算出该三棱镜材料的折射率，确定出未知偏振方向偏振片的偏振化方向。

方法示例 1：采用半导体激光器、偏振片、1/4 波片、白屏、布儒斯特转角装置及光功率计。各实验器件放置应易于操作、便于观察，注意调节各光学器件等高同轴。

利用起偏器和 1/4 波片产生圆偏振光（参考课题任务 5. 波片的性质及应用），其后放置布儒斯特转角装置及转接杆，在转接杆上放置检偏器及光探头，使光探头卡在杆上凹槽中，调节高度至激光射入探头光阑中。在光学转动平台上放置好棱镜，使光学表面穿过转动平台中心。转动平台，使棱镜表面垂直于入射光，记下此时转动平台的角度位置值。再次转动平台，利用转接杆用白屏追踪反射光斑，同时转动检偏器，仔细观察反射光的偏振态，测量光强变化情况，了解入射角与偏振态的关系，找到反射光为线偏振光时的位置，记下此时转动平台的角度位置值，此时的入射角为布儒斯特角。

4. 物质的旋光特性

将旋光晶体置于已消光的起偏器与检偏器间，观察晶体的旋光现象，测出旋光率。

对于晶体而言，振动面旋转的角度 ψ 与晶片的厚度 d （本实验 $d=3\text{mm}$ ）成正比，即 $\alpha = \psi / d$ ，其中比例系数 α ($^\circ$) $\cdot \text{mm}^{-1}$ 称为该晶体的旋光率，它与入射光的波长有关。

5. 波片的性质及应用

a. 1/4 波片的作用：将方向未知的 1/4 波片的光轴方向定位，并利用已定位的 1/4 波片对偏振光进行综合观察与鉴别，加深对其性质及偏振光相关知识的理解。

将 1/4 波片置于已消光的起偏器与检偏器间，转动 1/4 波片一周观察消光位置，确定 1/4 波片光轴方向，改变 1/4 波片的光轴方向与起偏器的偏振方向之间的夹角 a (a 分别取 0° , 15° , 45° …… 180°)，每取一个 a 值，检偏器转动一周，观察输出光的光强变化并加以解释，如下表完成所列任务。

表 1 偏振光的综合观察与鉴别

$a(^{\circ})$	检偏器转动一周，输出光的光强变化特征 (例：两明两零)	输出光强最强、最暗时的功率值及检偏器的方位	结论 (例：线偏光)
0			
15			
45			
65			
90			
115			
135			
165			
180			

b. 1/2 波片的作用：将方向未知的半波片的光轴方向定位，并利用已定位的半波片对偏振光进行观察，加深对其性质的理解。

实验室现已准备的设备及器件

光具座、半导体激光器、偏振片两只 (偏振方向未定位)、1/2 波片 (光轴方向未定位)、1/4 波片 (光轴方向未定位)、三棱镜、石英旋光晶体 (厚度 $d=3\text{mm}$)、OPT-1A 型激光功率计 (含 12 档光阑探头)、光学转动平台及光学支架等。



实验注意事项

1. 注意光路的同轴等高调节。本实验中为了兼顾后续实验对光源的高度要求，开始调节时将光源高度尽可能调高。
2. 注意光学器件的规范使用。使用光学元件应轻拿轻放，切勿用手触碰光学表面，使用完毕后应及时放回元件盒内对应位置。
3. 使用激光光源时，切勿用眼睛直视激光！

学习参考指南

1. 赵凯华《光学》（第一版），偏振，高等教育出版社。
2. 马文蔚《物理学》下册（第五版），光的偏振性，高等教育出版社。
3. 陆果《基础物理学》下卷，光的偏振，高等教育出版社。
4. 郁道银、谈恒英《工程光学》（第二版），光的偏振和晶体光学基础，机械工业出版社。

附录 1：激光功率计使用说明书

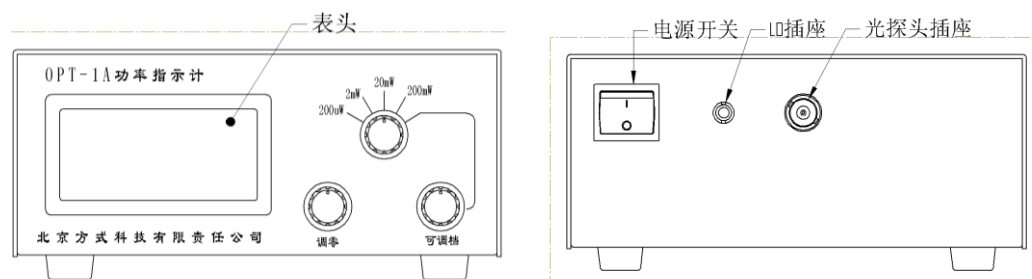
附录 2：光学实验调节及仪器使用注意事项

附录 3：历史背景

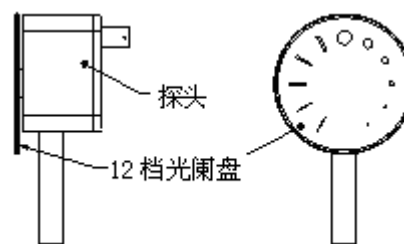
附录 4：理论知识

附录 1：激光功率计使用说明书

OPT-1A 型激光功率指示计是一种数字显示的光功率测量仪器，采用硅光电池作为光传感器，针对 650nm 波长的激光进行了标定，用于测量该波段的激光功率。如图：



1. **表头**：3位半数字表头，用于显示光强的大小。
2. **量程选择钮**：分为200uW、2mW、20mW、200mW四个标定量程和可调档；测量时尽量采用合适的量程，如测得光强为1.732mW，则采用2mW量程。可调档显示的是光强相对值。
3. **调零**：调零时应遮断光源，旋动调零旋钮，使显示值为零。
4. **12 档光阑探头**：该光探头在硅光电池前加上一多结构光阑（圆孔直径为 0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、6.0mm，缝宽 0.2、0.3、0.4、0.8、1.2mm）。可用于光斑定位，光强分布、光斑结构测量等，使用者根据实际测量需要，采用相应的档位。



使用方法：

1. 连接好激光探头和 220v 电源。打开后面板上的电源开关，数值表头亮。
2. 将激光探头对准被测的激光束，使光束进入测量孔。
3. 根据光功率的大小选择适当的量程。**量程刻度上的值为该量程可测量的最大值，如 200 μ W 是指该档最大测量 200 μ W 的激光功率，单位为微瓦，当光功率大于该档最大指示值时，表头溢出显示“1”。**
4. 仪器量程分为 200 μ W、2mW、20mW、200mW 和可调档 5 个量程。当波段开关打到可调档时，连接的电位器可改变表头指示。该档主要用于测量相对值，即测量两束光的功率比值或光强分布等。
5. 调零电位器用于调整仪器的零点。即在无光照时，应将仪器指示值调为“0”。
6. 指示计后面板提供了一个半导体激光电源插座，可为相应的半导体激光器提供电源。

附录 2：光学实验调节及仪器使用注意事项

1. 注意光路的**同轴等高**调节，保证整个光路的光轴沿导轨中轴且高度相同。
 - a. 调节激光输出光束沿中轴并平行于导轨面射出，当小孔屏沿导轨移动时，观察激光斑射在孔屏上的位置变化情况，通过调节激光器后相应旋钮，使激光斑能始终保持与小孔重合。
 - b. 调节所用光学元件的光学面中轴高度相等，观察光束是否射到元件光学面中心，对光学元件及夹具进行多维度调节；
 - c. 调节光学元件共轴，依据光学原理，通过观察各光学元件的反射或透射光点的位置，通过分析、判断逐步加以调节。
2. 注意光学器件的规范使用。
 - a. 使用光学元件应轻拿轻放，使用完毕后应及时放回元件盒内对应位置。
 - b. 使用光学元件时，切勿用手触碰光学表面。当光学表面不够清洁等而影响实验进行时，同学切记不要自行处理，请及时报告老师，由老师或在老师的指导下规范的进行清洁工作，避免操作不当造成元件的人为损坏。
 - c. 使用激光光源时，切勿用眼睛直视激光！避免灼伤眼睛！

附录 3：历史背景

1809 年，法国物理学家及军事工程师马吕斯（E. L. Malus）发现双折射的两束光线的相对强度和晶体的位置有关，从而发现反射时光的偏振现象，确定了偏振光强度变化的规律，建立马吕斯定律。

1811 年，苏格兰物理学家布儒斯特（David Brewster）在研究光的偏振现象时发现，当自然光在两种介质界面反射折射时，若反射光与折射光两方向成直角，反射光为线偏振光，反射角的正切等于折射率比值，称为布儒斯特定律。

法国物理学家及天文学家阿拉果（Arago）发现偏振光通过晶体时产生丰富彩色的色偏振现象，并发现石英有使光偏振方向旋转的能力，即物质的旋光性。

1816 年，布儒斯特发现玻璃变形会产生光的双折射现象，成为光测弹性学的开端。

1817 年，英国医生和物理学家托马斯·杨（T. Young）提出光的横向振动假说。

1818 年，法国土木工程师、物理学家菲涅耳（A. J. Fresnel）与物理学家阿拉果系统地研究了偏振光的干涉，证实来自同一光源但偏振面相互垂直的偏振光不能干涉，从而肯定了光波的横向振动理论，并证明了光的偏振及所有已知的光学现象，发展了惠更斯和托马斯·杨的波动理论，成为“物理光学的缔造者”。

二十世纪 60 年代起，伴随着激光、光纤的诞生及发展，光的偏振技术不但在测定机械构件的应力分布、测定晶轴方位、测定糖溶液的浓度方面得到应用，在光电子工程、光波导技术、光信息工程等技术领域应用愈加广泛，应用范围已涉及与光学技术有关的几乎所有学科领域。

附录 4：理论知识

光的偏振

1 光的横波性

1809 年马吕斯在实验上就发现了光的偏振现象。但直到光的电磁理论建立后，光的横波性才得以完满的说明。在自由空间传播的光波是一种纯粹的横波，光波中沿横向振动着的物理量是电场矢量和磁场矢量，鉴于在光和物质的相互作用过程中主要是光波中的电矢量起作用，所以人们常以电矢量作为光波中振动矢量的代表。

2 偏振光

光的横波性只表明电矢量与光的传播方向垂直，在与传播方向垂直的二维空间里电矢量还可能各式各样的振动状态，我们称之为光的偏振态。实际中最常见的光的偏振态大体可分为五种，即自然光、部分偏振光、线偏振光、圆偏振光和椭圆偏振光。

2.1 自然光

普通光源发出的光是大量原子或分子独立的随机自发辐射的平均效果，各原子或分子发出的光波不仅初位相彼此无关联，它们的振动方向也是杂乱无章的。因此宏观看起来，入射光中包含了所有方向的横振动，而平均说来它们对于光的传播方向形成轴对称分布，哪个横方向也不比其它横方向更为突出。具有这种特点的光叫做自然光。

2.2 部分偏振光

经常遇到的光，除了自然光和线偏振光外，一种偏振状态介于两者之间的光。如果用检偏器去检验这种光的时候，随着检偏器透光方向的转动，透射光的强度既不象自然光那样不变，又不象线偏振光那样每转 90° 交替出现强度极大和消光，其强度每转 90° 也交替出现极大和极小，但强度的极小不是 0（即不消光）。具有这种特点的光，叫做部分偏振光。通常用偏振度 P 来衡量部分偏振光程度的大小，它定义为

$$P = (I_{\text{极大}} - I_{\text{极小}}) / (I_{\text{极大}} + I_{\text{极小}})$$

这里分母 $I_{\text{极大}} + I_{\text{极小}}$ 实际是两个相互垂直分量的强度之和，即部分偏振光。线偏振光是偏振度最大的光。

2.3 线偏振光

透过偏振片的光线中只剩下了与其透光方向平行的振动。这种只包含单一振动方向光叫做线偏振光。线偏振光中振动方向与传播方向构成的平面，叫做偏振面。偏振片用来产生线偏振光，我们叫它起偏器。偏振片用来检验线偏振光，叫做检偏器。

$$I = I_0 \cos^2 \theta \quad \theta \text{ 为偏振面夹角}$$

线偏振光通过检偏器后透射光强度随 θ 角变化的规律，叫做马吕斯定律。

2.4 圆偏振光

如果一束光的电矢量在波面内运动的特点是其瞬时值的大小不变，方向以角速度 ω （即波的圆频率）匀速旋转，换句话说，电矢量的端点描绘的轨道为一圆，这种光叫做圆偏振光。垂直振动的合成理论告诉我们，两个相互垂直的简谐振动，当它们的振幅相等，位相差 $\pm \pi/2$ 时，其合成运动是一个旋转矢量，所以圆偏振光可看成是两个相互垂直的线偏振光的合成，而分量应写成

$$E_x = A \cos \omega t$$

$$E_y = A \cos(\omega t \pm \pi/2)$$

如果迎着圆偏振光的传播方向放一偏振片，并旋转其透光方向以观察透射光强的变化，我们会发现光强不发生变化。

2.5 椭圆偏振光

电矢量的端点在波面内描绘的轨迹为一椭圆的光，称为椭圆偏振光。椭圆运动也可看成是两个相互垂直的简谐振动的合成，只是它们的振幅不等，或位相差不等于 $\pm \pi/2$ 。而分量可写成

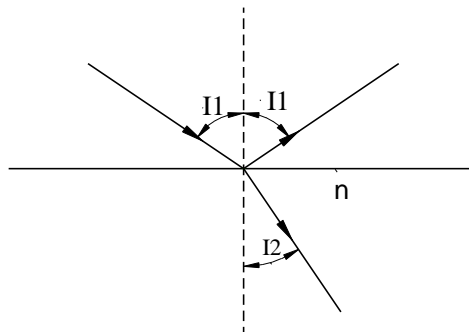
$$E_x = A \cos \omega t$$

$$E_y = A \cos(\omega t \pm \delta) \quad \delta \text{ 为位相差}$$

如果迎着椭圆偏振光的传播方向放一偏振片，并旋转其透光方向以观察透射光强的变化，我们会发现其光强变化特点类似部分偏振光，即强度每转 90° 也交替出现极大和极小，但无消光位置。

3 反射、折射光的偏振特性

自然光入射到折射率两种介质的界面上时，反射光和折射光都是部分偏振光。特别是当以布儒斯特角入射时，反射光为线偏振光，其振动面垂直于入射面。因此，可以利用自然光以布儒斯特角入射到电介质表面（如玻璃等）产生线偏振光，可以利用平行玻璃片堆同时获得反射和透射的线偏振光。入射光在空气与介质界面的反射、折射光路图示如下：



根据麦克斯韦的电磁理论和边值条件，我们可以推导如下关系：

$$E'_p = \tan(I_1 - I_2) E_p / \tan(I_1 + I_2)$$

$$E'_s = \sin(I_1 - I_2) E_s / \sin(I_1 + I_2)$$

其中 E'_p 为偏振面平行于入射面的反射光电矢量， E_p 为偏振面平行于入射面的入射光电矢量，

E'_s 为偏振面垂直于入射面的反射光电矢量， E_s 为偏振面垂直于入射面的入射光电矢量。分析上式我们发现，由于 $\tan 90^\circ = \infty$ ， E'_p 可能为 0，即在 $I_1 + I_2 = 90^\circ$ 时，反射光中可能不含平行分量，不管入射光是什么状态，反射光都是线偏振光。

由折射定律： $\sin I_1 = n \sin I_2$ 和 $I_1 + I_2 = 90^\circ$

得到 $\tan I_1 = n$ 时，反射光是线偏振光，这就是布儒斯特定律，此时的入射角 I_1 我们称为布儒斯特角，它的大小由材料的折射率决定。

4 双折射及波片

具有双折射现象的材料有这样一种光学特性：及当一束光进入这种材料时可能会分成两束，这两束光的传播方向、振动方向和速度将有所不同，一束符合我们所知道的折射定律，如垂直入射时光束方向不变，但另一束却不符合这个规律。我们分别将这两束光称为 O 光和 E 光，对应的折射率分别为 n_o 和 n_e 。在这种晶体中还存在一个特定的方向，当光从这个方向上进入材料时不会分成两束，符合一般的折射定律，这个特殊的方向就是材料的光轴方向。

波片是一种将具有双折射现象的材料（如方解石晶体，石英晶体等）按一定技术要求加工而成的光学元件。波片在加工时，使通光表面平行于光轴，即入射光将垂直于光轴进入波片。

现在假设一束线偏振光以偏振方向同波片光轴成 θ 角的状态垂直入射于波片。这时会发生一种比较特殊的双折射现象，即 O 光和 E 光传播方向相同，但传播速度不同，或者说 o 光和 e 光在波片中的折射率不同，透过波片之后两者之间产生一定的位相差。波片产生的位相差和光程差分别为

$$\Delta\varphi=2\pi(n_o-n_e)d/\lambda, \quad \delta=(n_o-n_e)d,$$

d 为波片的厚度， n_o 、 n_e 分别为波片对 o 光和 e 光的折射率。对于某一波长，选择不同的厚度可得到不同的波片：

$$\delta=\pm(2k+1)\lambda/2 \text{ 时, 为 } \lambda/2 \text{ 波片,}$$

$$\delta=\pm(2k+1)\lambda/4 \text{ 时, 为 } \lambda/4 \text{ 波片,}$$

$$\delta=\pm k\lambda \quad (k \neq 0) \text{ 时, 为全波片。}$$

5 偏振光的产生和检验

5.1 偏振光的获得

自然界的大多数光源所发出的是自然光。为了从自然光得到各种偏振光，需要采用偏振器件。偏振片、玻片堆和尼科耳棱镜等都可以用作起偏器，自然光通过这些起偏器后就变成了线偏振光。偏振片常用具二向色性的晶体制成，这些晶体对不同方向的电磁振动具有选择吸收的性质，当光线射在晶体的表面上时，振动的电矢量与光轴平行时吸收得较少，光可以较多地通过；电矢量与光轴垂直时被吸收得较多，光通过得很少。通常的偏振片是在拉伸了的塞璐璐基片上蒸镀一层硫酸碘奎宁的晶粒，基片的应力可以使晶粒的光轴定向排列起来，这样可得到面积很大的偏振片。

为了得到椭圆偏振光，使自然光通过一个起偏器和一个波片即可。由起偏器出射偏振光正入射到波片中去时，只要其振动方向不与波片的光轴平行或垂直，就会分解成 o 光和 e 光，穿过波片时在它们之间就有一定的附加相位差 δ 。射出波片之后，传播方向相同的这两束光的速度恢复到一样，它们在一起一般是合成椭圆偏振光。只有当这两面束光之间的相位差等于 $\pm \pi/2$ ，且振幅相同时，才有可能得到圆偏振光。

换言之，令一束线偏振光垂直通过一波片，一般我们得到一束椭圆偏振光；**只有通过 $1/4$ 波片，且波片的光轴与入射光的振动面成对 45° 角时，我们才能得到一束圆偏振光。**

5.2 偏振光的检验

假定入射光有以下五种可能性，即自然光，部分偏光，线偏振光，圆偏振光和椭圆偏振光。检验偏振光的方法是：

第一步，利用一块偏振片或其它检偏器，在旋转一周时透过检偏器的光强不变，则可以断定入射光是自然光或圆偏振光；否则就是部分偏振光或椭圆偏振光。

第二步,为了鉴别自然光和圆偏振光。可以令入射光依次通过 $1/4$ 波片和偏振片,圆偏振光经波片后变成了线偏振光,于是通过转动偏振片有无消光现象而鉴别出来。为了鉴别部分偏振光的和椭圆偏振光,则必须设法让 $1/4$ 波片的光轴与椭圆主轴平行,只有这样才能使椭圆偏振光经过波片后变成为线偏振光而将它鉴别出来。

6 偏振光的干涉

6.1 偏振光的干涉现象

线偏振光垂直通过波片时,按其振动方向(或振动面)分解成 o 光和 e 光,它们具有相同的振动频率,以恒定的相位差在同一方向上传播。只要设法将它们的振动方向引到同一方向上来,就能满足相干条件,从而实现偏振光的干涉,与分波前干涉和分振幅干涉相比,它是分振动面干涉,波片是分振动面元件。将波片置于两偏振片间,可以观察到以下各种干涉现象:

1. 当波片厚度均匀,用单色光源时,转动任一元件,屏上的光强会发生变化。用白光光源时屏上出现彩色图样,并随元件转动颜色发生变化。
2. 当波片不均匀,用单色光源时屏上出现干涉图样;用白色光源屏上出现彩色图样。
3. 当波片用透明塑料代替时,对塑料加应力后屏上会出现随应力大小变化的明暗或彩色干涉图样。

6.2 光弹效应和电光效应

1. 光弹效应

在内应力或外来的机械应力作用下,可以使透明的各向同性的介质(例如玻璃和塑料等)变为各向异性的,从而使光产生双折射,这种现象称为光弹效应。在这种应力作用下的透明介质中, $(n_o - n_e)$ 与应力的分布有关。因此,如果这种透明介质做成片状,插在两偏振片之间,不同地点因 $(n_o - n_e)$ 不同会引起 o 光和 e 光不同的相位差 δ , 屏幕上将呈现出反映这种差别的干涉图样。应力越集中地方,各向异性越强,干涉条纹越细密。在白光照射下,则显示出彩色的干涉图样。

2. 电光效应

在外加电场的作用下,也可以使用某些各向同性的透明介质变为各向异性的,从而使光产生双折射,这种现象称为电光效应。

一种电光效应称为克尔效应,是克尔(J.Kerr,1824-1970)在 1875 年发现的。在外加强电场的作用下,介质分子作定向排列而呈现出各向异性,其光学性质与单轴晶体类似;外电场一旦撤除,这种各向异性立即消失。

1893 年,泡克耳斯(Pockels,1865-1913)对某些晶体在电场作用下产生的线性电光效应,进行了广泛的研究。现在,人们常把这种电光效应称为泡克耳斯效应。在具有这种效应的晶体中,最典型的是磷酸二氢钾(KH_2PO_4)晶体,简称 KDP 晶体。这种晶体在自由状态下是单轴晶体,但在电场作用下变成了双轴晶体,沿原来光轴的方向产生附加的双折射效应。由于克尔盒中的硝基苯液体有毒,且携带不便,对它的纯度要求又很高,因此近年来克尔盒已逐渐为 KDP 晶体所代替。特别是激光的出现,大大促进了电光晶体的研制。在近代光学技术中常用的电光晶体,除 KDP 晶体外,还有砷化镓(GaAs)和铌酸锂

(LiNbO₃) 晶体等等。此外，砷化镓还是集成光学中重要的材料。集成光学是采用薄膜结构来传导、调制和偏转光波，以及进行光信息处理或产生光振荡的。

7 旋光现象

7.1 晶体和溶液的旋光性

在普通的单轴晶体（如方解石）中，光线沿光轴传播时不发生双折射，这时 o 光和 e 的传播方向和波速都一样。因此，如果我们在这种晶体内垂直于光轴切割出一块平行平面晶片，并将它插在一对正交的偏振片之间，则从偏振片 I 透出来的线偏振光经过此晶片时偏振状态没有改变，在偏振片 II 之后仍然消光。但是，在用石英晶体代替方解石做上述实验时发现，要使偏振片 II 之后消光，必须将偏振片 II 的透振方向向左或向右旋转一个角度 ψ 。上述现象表明，线偏振光在通过这些物质后，它的振动发生了旋转，这种现象称为旋光现象。某些物质具有能使线偏振光的振动面发生旋转的性质，称为旋光性(optical activity)。这些具有旋光性的物质，称为旋光物质。对于晶体而言，振动面旋转的角度 ψ 与晶片的厚度 d 成正比，即

$$\psi = \alpha d$$

其中比例系数 α 称为该晶体的旋光率（specific rotation），它与入射光的波长有关。对于溶液而言， ψ 还与溶液的浓度 C 成正比，即

$$\psi = \alpha' Cd$$

其中比例系数 α' 称为该溶液的比旋光率。溶液的旋光性在制糖、制药和化工等方面很有用，例如测定糖溶液浓度的糖量计，就是根据糖溶液的旋光性而设计的一种仪器。可以在一定的温度和波长下事先测得比旋率 α' ，然后再测出未知浓度溶液使振动面偏转的角度 ψ ，即可利用上确定其浓度。

7.2 磁致旋光

正如用应力和电场等人工方法可以产生双折射一样，用人工方法也可以产生旋光性，其中最重要的是磁致旋光，常称为法拉第旋转，它是法拉第在 1846 年发现的。实验表明，对于给定的磁性介质，光的振动面的转角 ψ 与样品的长度 l 和外加磁场的磁感应强度 B 成正比，即

$$\psi = V l B$$

比例系数 V 称为费尔德常量，一般它都很小。利用这一特点可以制成光隔离器，即只允许光从一个方向通过，而不能从反方向通过的光阀门。这在激光的多级放大装置中往往是必要的，因为光学放大系统中有许多界面，它们都会把一部分光反射回去，这对前级的装置会造成干扰和损害，装了光隔离器就可以避免这一点。

1. 赵凯华《光学》（第一版），偏振，高等教育出版社。
2. 马文蔚《物理学》下册（第五版），光的偏振性，高等教育出版社。