

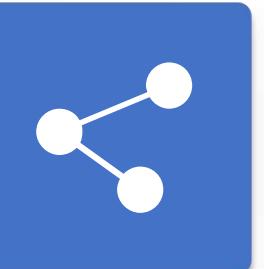


# 光的偏振应用研究

Polarization of Light

主讲教师 | 2025.06

浙江大学 物理实验教学中心



# 目录 CONTENTS

## 实验背景

EXPERIMENT BACKGROUNDS

## 实验目的

EXPERIMENT OBJECTIVE

## 实验原理

EXPERIMENT PRINCIPLE

1

2

3

4

5

6

## 实验装置

EXPERIMENTAL DEVICE

## 实验内容

EXPERIMENT CONTENT

## 实验拓展

EXPERIMENTAL EXTENSTION

1

# EXPERIMENT BACKGROUNDS 实验背景



## 1.1 光的偏振的研究历史

发现现象 → 深入研究 → 理论发展与实验验证 → 实际应用

方解石的双折射  
1669年

马吕斯定律  
1808年

波动性+横波  
1811年

布鲁斯特角  
1832年

偏振片  
1930年



拉斯穆·巴多林  
(1625-1698)



路易·马吕斯  
( 1775-1812 )



奥古斯丁·菲涅尔  
( 1788-1827 )



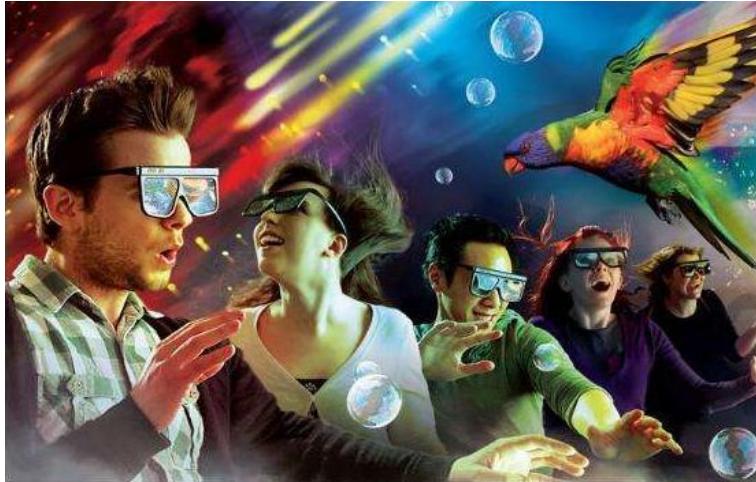
大卫·布鲁斯特  
(1781-1868)



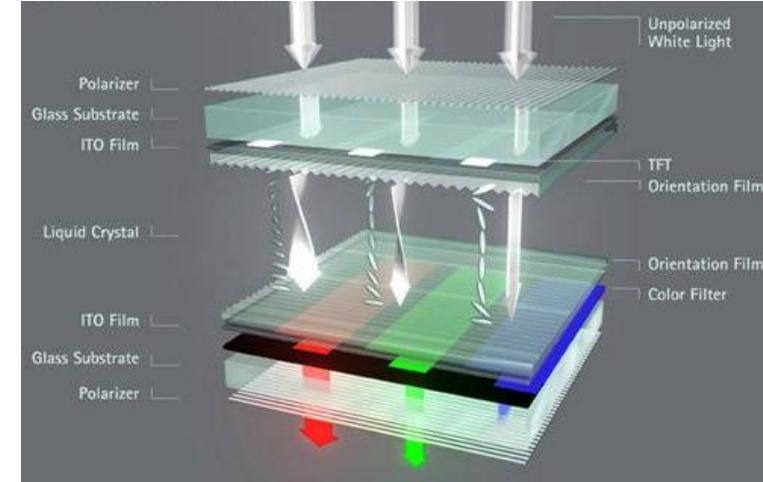
埃德温·H·兰道  
( 1909-1991 )



## 1.2 光的偏振的应用



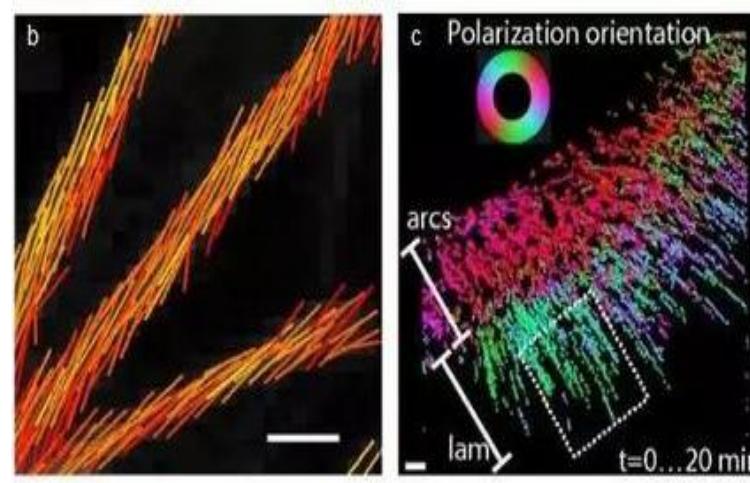
3D电影



液晶显示屏



太阳镜



偏振超分辨成像

2

## EXPERIMENT OBJECTIVE 实验目的



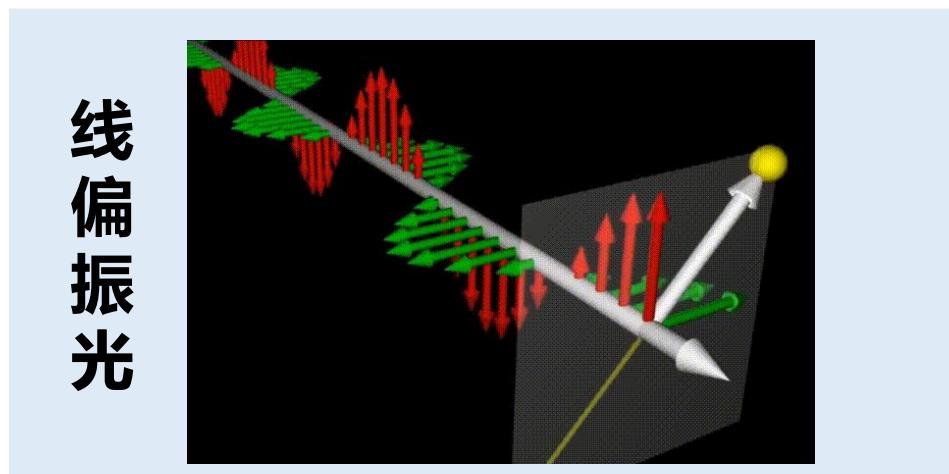
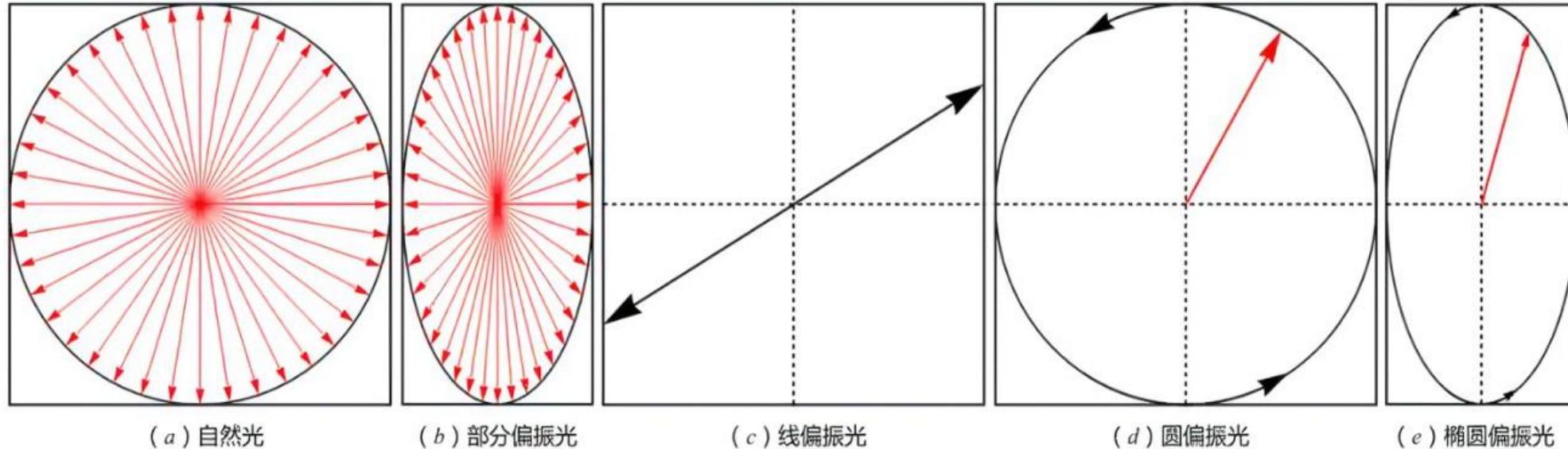
- 理解偏振光的特性和马吕斯定律
- 利用布儒斯特角测量材料折射率
- 了解硅光电池的光电流与光强的特性

3

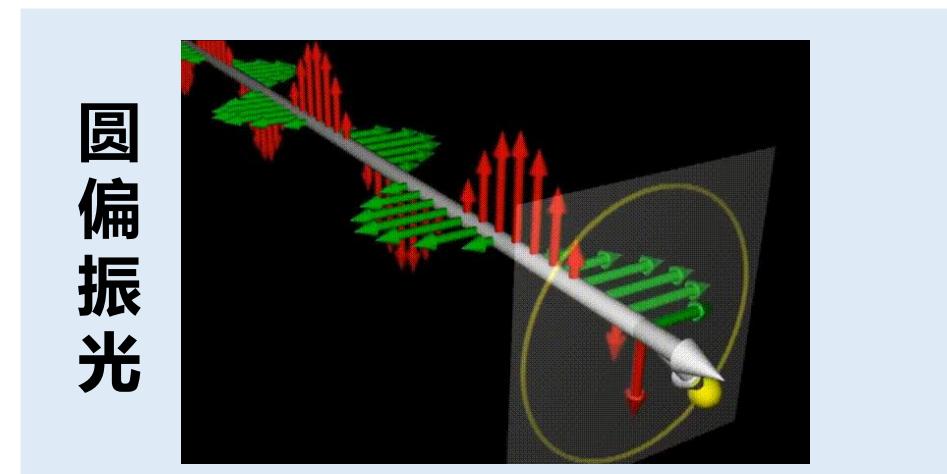
# EXPERIMENT PRINCIPLE 实验原理



## 3.1 光的偏振态



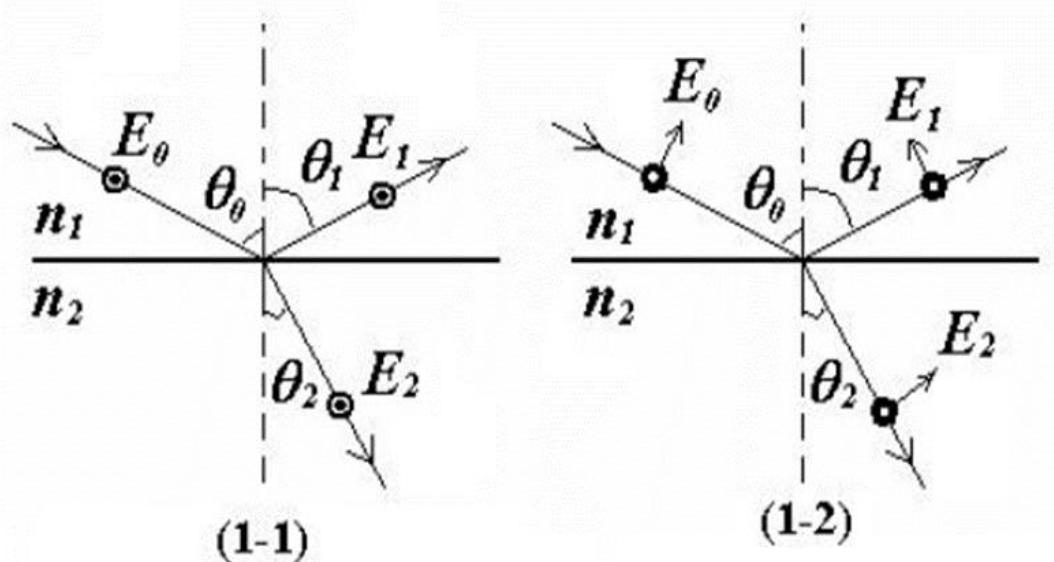
线偏振光



圆偏振光



## 3.2 菲涅尔公式



- + p光，偏振方向平行于入射面
- s光，偏振方向垂直于入射面

光矢量  $\vec{E}$  垂直于入射面的分量，如图1-1所示，有

$$\frac{E_1}{E_0} = -\frac{\sin(\theta_0 - \theta_2)}{\sin(\theta_0 + \theta_2)}$$

光矢量  $\vec{E}$  平行于入射面的分量，如图1-2所示，有

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{\tan(\theta_0 - \theta_2)}{\tan(\theta_0 + \theta_2)}$$

$\theta_0 + \theta_2 = 90^\circ$  时，反射光中平行于入射面的分量为0，反射光为垂直于入射面的线偏振光，此时易得：

$$\tan \theta_0 = n_2 / n_1 = n_2$$

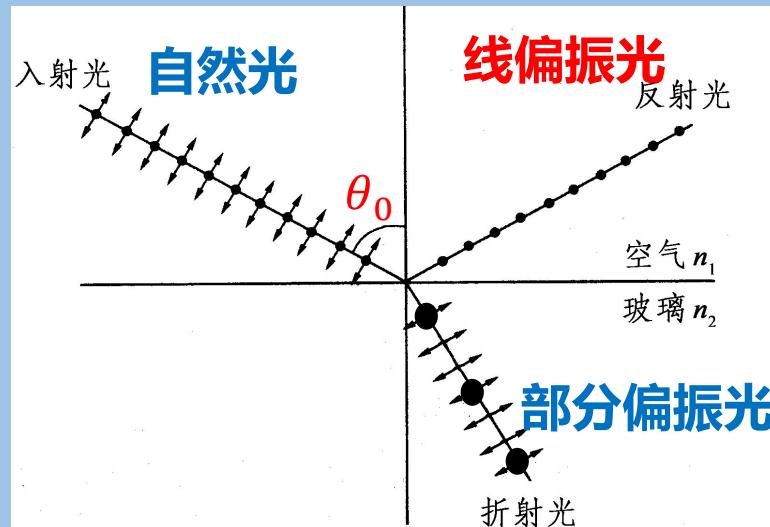
此时的入射角称为布儒斯特角。

测量布儒斯特角即可得知材料的折射率。



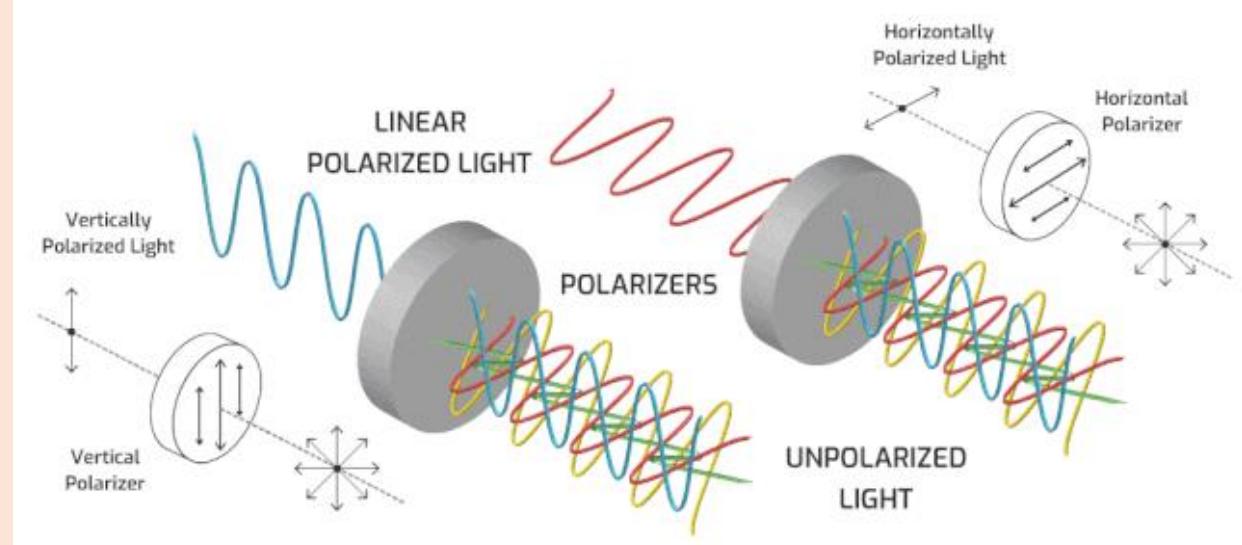
### 3.3 线偏振光的获得

#### 布儒斯特角



反射法获得线偏振光

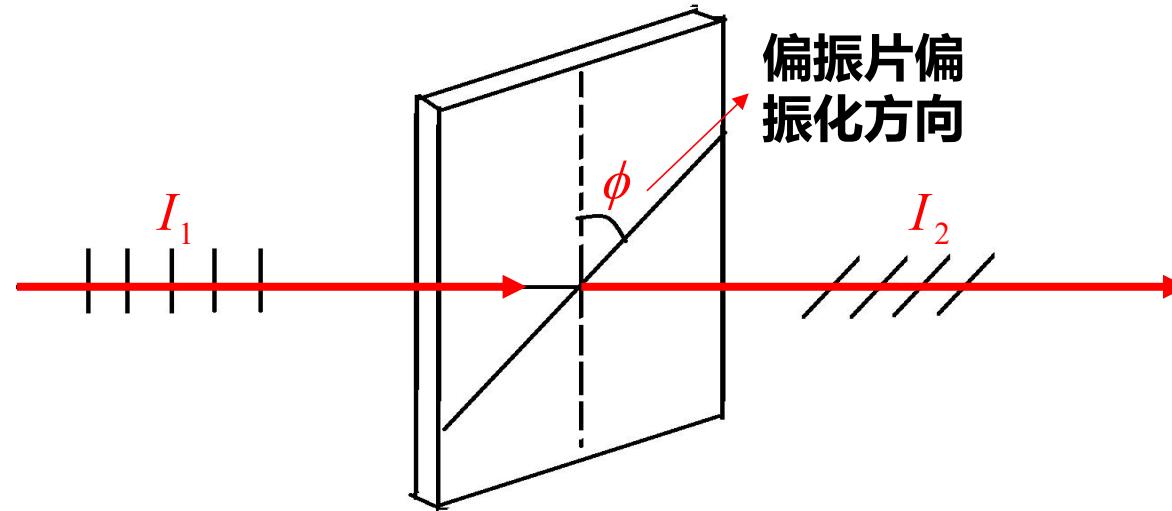
#### 偏振片



透射法获得线偏振光



## 3.4 马吕斯定律



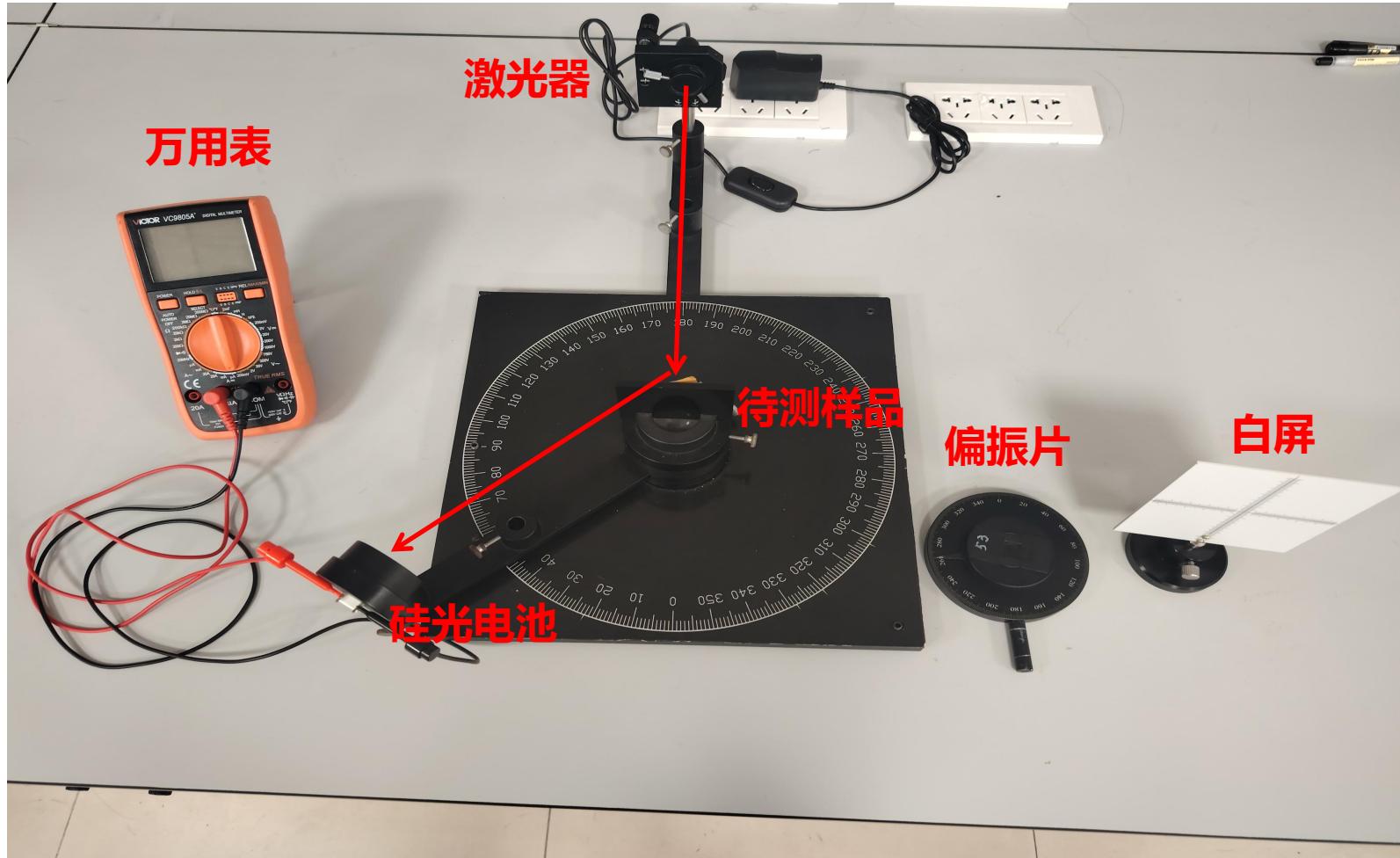
马吕斯定律

$$I_2 = I_1 \cos^2 \phi$$

4

EXPERIMENTAL DEVICE

实验装置



注意事项：1、激光不能直视；2、不能触摸光学仪器表面

5

EXPERIMENT CONTENT

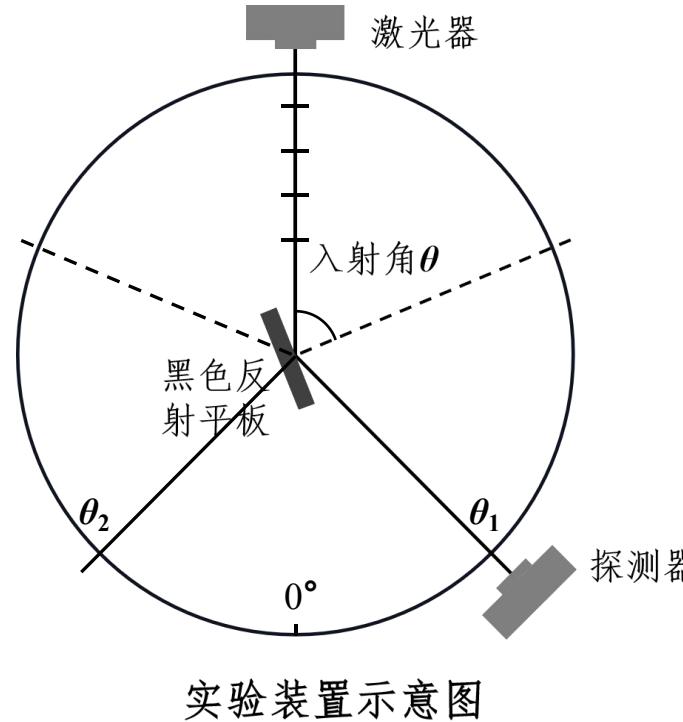
实验内容



- 测量黑色平板折射率
- 测量偏振片的偏振化方向角度
- 研究硅光电池的光电流和光强的关系



## 5.1 黑色平板折射率



- p光，偏振方向平行于入射面
- s光，偏振方向垂直于入射面

- 1 ) 使激光偏振方向平行入射面入射。
- 2 ) 调节各器件等高共轴，激光经过转动平台中心轴位置。
- 3 ) 转动载物台和探测器角度，找到反射光强最小的角度，此时的入射角为布儒斯特角。
- 4 ) 两边分别测量6次，并计算n及不确定度。

$$\theta = |\theta_1 - \theta_2| / 4$$

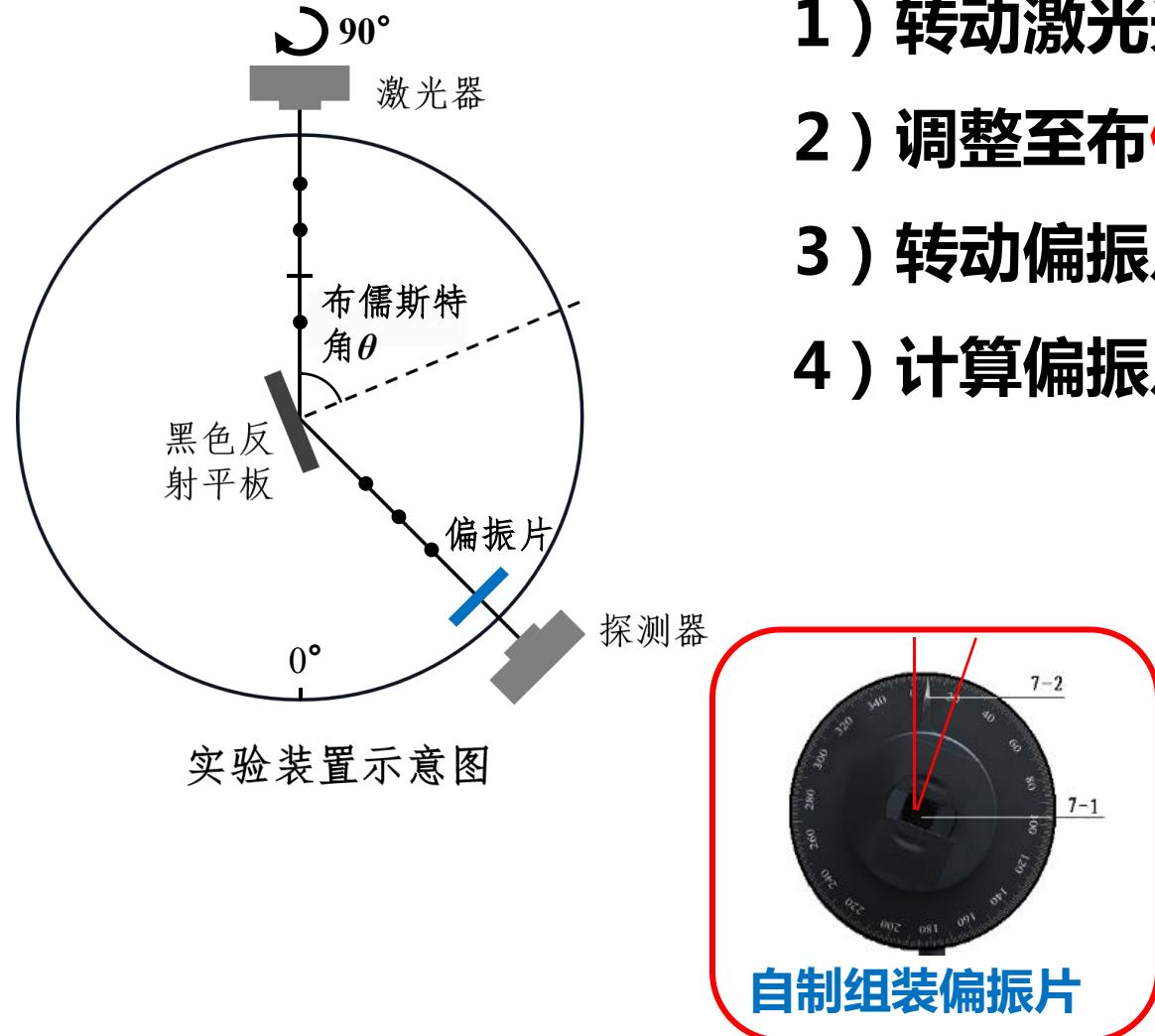
$$n = \tan \theta; \quad U(n) = \frac{1}{\cos^2 \theta} U(\theta)$$

**注意事项：**(1) 激光不可直射眼睛。  
(2) 手不要直接触碰光学元件的光学面。

次数	$\theta_1$	$\theta_2$
1		
2		
3		
4		
5		
6		



## 5.2 偏振片的偏振化方向角度



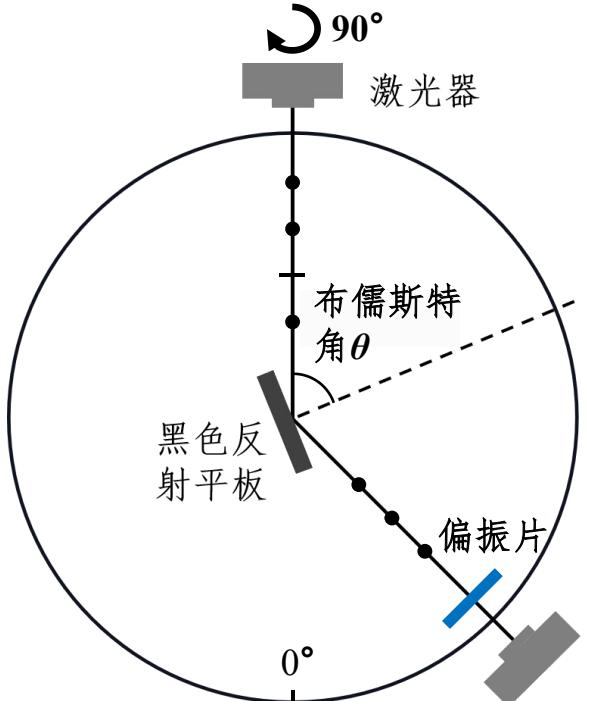
- 1 ) 转动激光光轴 $90^{\circ}$ ，使其**偏振方向垂直入射面**。
- 2 ) 调整至布**儒斯特角**入射，在反射臂插入偏振片。
- 3 ) 转动偏振片一圈，测量光电流**两个极大值与极小值**的角度。
- 4 ) 计算偏振片的**偏振化角度**。

光电流	极大值	极小值	极大值	极小值
角坐标 $\beta$ (度)				
等效角坐标 $\Delta\beta$ (度)				
$\overline{\Delta\beta}$ (度)				

偏振方向测量值  $\beta$  平均方法：  
极大测量值 -  $180^{\circ}$ ；极小测量值 -  $90^{\circ}$  或  $-270^{\circ}$   
 $360^{\circ}$  - 测量值  
得到的四个角度值 $\Delta\beta$  ( $< 90^{\circ}$ ) 做平均。



## 5.3 光电流和光强的关系



实验装置示意图

- 1 ) 用万用表测量光电池在不同光强照射时的短路电流。
- 2 ) 从光电流最大值附近旋转偏振片，每隔 $10^{\circ}$ 测量一次光电流，共测量8个值。
- 3 ) 由马吕斯定律  $I_2 = I_1 \cos^2 \phi$  可知，硅光电池接收到的光强和  $\cos^2 \phi$  成正比。
- 4 ) 绘制  $i - \cos^2 \phi$  关系图，判定光电流与光强关系。



自制组装光强计

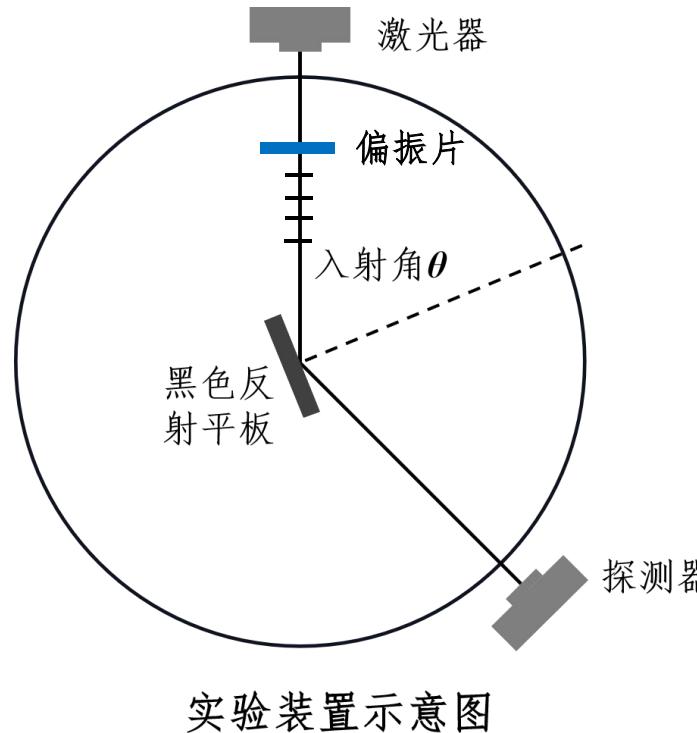
角坐标 $\beta$ (度)							
光电流 $i$ (uA)							
$\phi = \beta - \Delta\beta$ (度)							

6

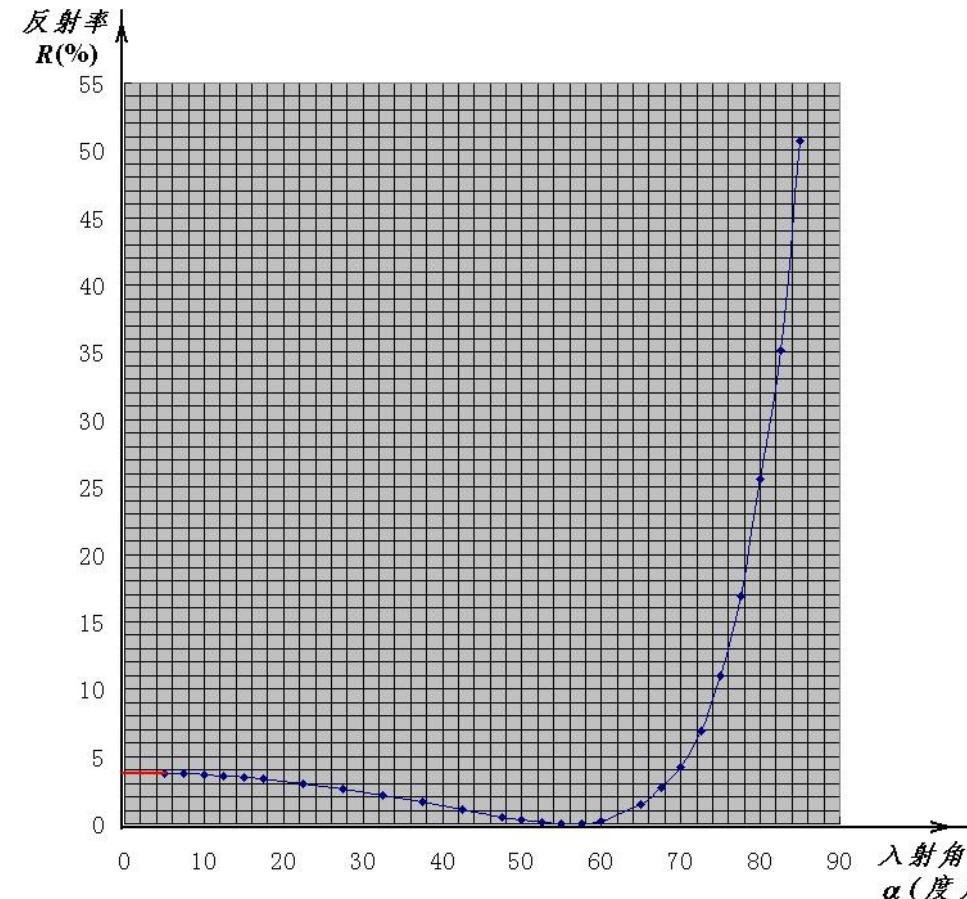
## EXPERIMENTAL EXTENSION 实验拓展



# 研究特征偏振方向入射光的反射规律



- + p光，偏振方向平行于入射面
- ● s光，偏振方向垂直于入射面



P光

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{\tan(\theta_0 - \theta_2)}{\tan(\theta_0 + \theta_2)}$$

S光

$$\frac{E_1}{E_0} = -\frac{\sin(\theta_0 - \theta_2)}{\sin(\theta_0 + \theta_2)}$$

P光的反射率曲线



1. 请简述减小实验误差的方法。
2. 如何调节激光通过转台的中心转轴？
3. 在探究光电流与光照强度关系时背景光照的影响是怎样的？

谢谢

Polarization of Light

MANY THANKS





# 参考文献

- [ 1 ] 李海洋 , 等 , 大学物理实验 I [ M ]. 高等教育出版社 ( 2014 )
- [ 2 ] 邱学军,姚文俊,曹振洲,等.光的偏振综合实验设计[J].大学物理实验,2020,33(05):52-55.
- [ 3 ] 成建群,李杏莲,林立燕,等.“光的偏振”实验教学思路的优化设计[J].实验教学与仪器,2020,37(01):31-33.
- [ 4 ] 赵航,郝彦军,朱俊,等.光的偏振特性研究[J].实验科学与技术,2015,13(06):1-2.
- [ 5 ] <https://image.baidu.com/>.