

内蒙古工业大学物理实验报告

姓名	杨昊泽	班级	材20-2	教师签字	
学号	202010401061	组别		成绩	
日期	2021.12.10	题目	偏振光旋光实验		

[实验目的]

1. 了解偏振光的产生、种类、特性以及它们的鉴别方法
2. 掌握消光方法, 验证马吕斯定律
3. 掌握布儒斯特定律测量玻璃折射率
4. 了解旋光原理, 测定蔗糖溶液旋光度, 测定晶体的旋光率

[实验仪器]

白光光源、半导体激光光源(中心波长650nm)、光具座、转盘式带度盘偏振片、接收白屏、旋转工作台、玻璃样品砖、数字式光检流计、蔗糖溶液管两个、旋光晶体

[实验步骤]

1. 起偏以及自然光与部分偏振光的鉴别
 - (1) 在光具座上从左向右依次放置白光光源、起偏器 P_1 和接收白屏, 调整使三者共轴。将起偏器 P_1 顺时针旋转 360° , 观察光斑亮度变化并记录
 - (2) 将白光光源换成激光光源, 重复步骤1
 - (3) 在起偏器 P_1 与白屏间插入检偏器 P_2 , 固定 P_1 , 将 P_2 旋转 360° , 观察并记录
2. 验证马吕斯定律
 - (1) 将上一实验步骤3的白屏换为光电池探头, 旋转 P_2 , 当输出光强最大时, 记录光强值 I_0 及对应的 P_2 角位置 θ_0
 - (2) 在 θ_0 基础上, 顺时针旋转 P_2 , 每 15° 记录一次光强和角位置
 - (3) 以 $\cos^2 \theta = \cos^2 |\theta_i - \theta_0|$ 为横轴, 相对光强 I_i/I_0 为纵轴, 作图验证马吕斯定律

3. 利用布儒斯特定律测玻璃的折射率
 - (1) 在光具座上从左到右依次放置激光光源、专用移动座, 装上支架、工作台、偏振片
 - (2) 将玻璃平面样品反射面向外置于工作台中心, 通过旋转中心, 以压片固定
 - (3) 调整共面, 使反射面垂直于入射光记下工作台角位置 i_0
 - (4) 旋转工作台改变入射角, 直到出现消光现象, 记录角位置 i_1 , $i_2 = |i_1 - i_0|$
 - (5) 重复测量5次, 求 i_0 平均值, 计算玻璃折射率

4. 蔗糖溶液旋光率和浓度及晶体旋光率的测量
 - (1) 在光具座上从左到右依次放置激光光源、 P_1 、滑块、 P_2 、白屏, 转 P_2 至消光并记录
 - (2) 溶液管安到滑块上, 调节光心同轴, 维持10min
 - (3) 再转 P_2 使消光, 记录 P_2 角位置 θ_2 , 注意左右旋
 - (4) 多次测量, 记录数据, 并将 C_0 、 λ 、 l 、 t 记入表中
 - (5) 计算旋光度 $\theta = |\theta_1 - \theta_2|$ 并取平均值, 代入公式求得近似旋光率

1. 测量蔗糖溶液旋光率
 - (1) 在光具座上从左到右依次放置激光光源、 P_1 、滑块、 P_2 、白屏, 转 P_2 至消光并记录
 - (2) 溶液管安到滑块上, 调节光心同轴, 维持10min
 - (3) 再转 P_2 使消光, 记录 P_2 角位置 θ_2 , 注意左右旋
 - (4) 多次测量, 记录数据, 并将 C_0 、 λ 、 l 、 t 记入表中
 - (5) 计算旋光度 $\theta = |\theta_1 - \theta_2|$ 并取平均值, 代入公式求得近似旋光率

- (3) 重复测量3次并记录数据, 将晶体厚度 d 、入射光波长 λ 和室温 t 记录在表中
- (4) 计算出每次测量的旋光度 $\theta = |\theta_1 - \theta_2|$ 并取平均值, 代入公式求出近似旋光率

[实验原理概述]

一、自然光 偏振光

1. 自然光: 在垂直于光传播方向的平面上, 各方向光矢量相等的光

一束自然光可分解为两束振动方向相互垂直的、等幅的、不相干的线偏振光

$$\bar{E}_x = \bar{E}_y \quad I = I_x + I_y$$

图示法:

2. 线偏振光: 只有一个固定方向上有光振动

图示法:

3. 部分偏振光: 在垂直于光传播方向的平面上, 各方向的光振动都存在, 但振幅不同

二、起偏和检偏

1. 自然光或部分偏振光透过线偏振片变为线偏振光称为起偏
2. 鉴别光的偏振状态叫检偏

三、马吕斯定律

强度为 I_0 的线偏振光通过检偏器的后的光强 I_θ 为: $I_\theta = I_0 \cos^2 \theta$, θ 为线偏振光偏振面与检偏器光轴夹角

$\theta = 0$, $I = I_{\max} = I_0$; $\theta = \frac{\pi}{2}$, $I = 0$ —— 消光

四、布儒斯特定律

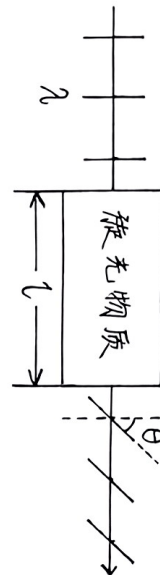
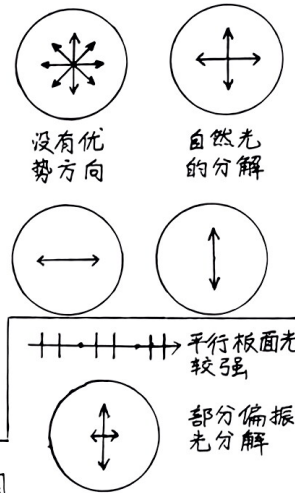
实验证明, $i = i_0$ 时, 反射光为线偏振光并且 $i_0 + r_0 = 90^\circ$ i_0 —— 布儒斯特角或起偏角

$$n_1 \sin i_0 = n_2 \sin r_0 = n_2 \cos i_0$$

得: $\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$ 布儒斯特定律

若光从空气入射到介质表面时, $n_1 = 1$, 测得 i_0 即可求得介质折射率 n_2

自然光以 i_0 入射后反射光为完全偏振光 i_0 —— 起偏振角



- (1) 通过旋光物质溶液

$$\theta = \beta C$$

比例常数 β 与物质的旋光能力、溶液性质、样品管长度、温度、光波长等有关

- (2) 物质的旋光能力用比旋光度即旋光率来度量, 旋光率用下式表示:

$$[\alpha]_\lambda^t = \frac{\theta}{lc}$$

l 为液体柱的长度, C 为溶液浓度

[实验数据记录]		偏振态检测					
光源	转动 P_1 时屏上光强变化情况	偏振态	转动 P_2 时屏上光强变化情况	偏振态	第一次消光时 P_2 的角位置 θ_1	第二次消光时 P_2 的角位置 θ_2	
激光	两强两弱	部分偏振光	两强两消光	线偏振光	21°	201°	

验证马吕斯定律测量数据表							
序号 i	1	2	3	4	5	6	7
P_2 的角位置 θ_i	293°	278°	263°	248°	233°	218°	203°
光强 I_i	$1248\mu A$	$1190\mu A$	$1022\mu A$	$758\mu A$	$406\mu A$	$125\mu A$	$5\mu A$
偏振化方向与 P_2 光轴的夹角 $\theta= \theta_i-\theta_0 $	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
$\cos^2\theta$	1	0.933	0.75	0.5	0.25	0.067	0
相对光强 I_i/I_1	1	0.954	0.819	0.607	0.325	0.100	4.006×10^{-3}

测量蔗糖溶液旋光率数据表				玻璃折射率测量数据表			
已知浓度 $C_0=0.3$	柱体长度 $l=135\text{mm}$	入射光波长 $\lambda=650\text{nm}$	室温 $t=27^\circ\text{C}$	测量次数	光垂直入射玻璃板时工作台的角位置 i_0	反射光通过 P_2 消光时工作台的角位置 i_1	布儒斯特角 $i_B= i_1-i_0 $
测量次数	1	2	3	1	58°	3°	55°
第一次消光时 P_2 的角位置 θ_1	202°	23°	203°	2	58°	-2°	60°
第二次消光时 P_2 的角位置 θ_2	174°	-1°	176°	3	58°	4°	62°
旋光度 $\theta= \theta_1-\theta_2 $	28°	24°	27°	i_0 平均值	59°		
θ 平均值	26.3°			玻璃折射率 n	1.66		
溶液旋光率 α	$0.649^\circ/\text{mm}$						

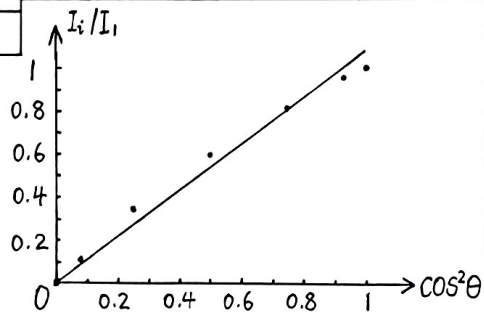
数据处理及结果表达

一、验证马吕斯定律

由右图可以看出,点分布于一条斜直线附近,二者成正比,马吕斯定律得以验证

二、测量蔗糖溶液旋光率

柱体长度 $l=135\text{mm}$



说明: 实验报告共 50 分。其中前实验目的、实验仪器和实验步骤共 5 分, 这三项要求课前完成; 实验原理概述 15 分 (课后完成); 数据记录 5 分 (课上完成); 数据处理及结果表达 10 分 (课后完成); 思考题 5 分 (课后完成); 实验心得 5 分 (课后完成); 报告整洁度 5 分。上课迟到扣 10 分, 未按时交实验报告扣 10 分, 补做实验扣 10 分。每人必须准备一个“原始实验数据记录本”, 实验数据首先记录于此, 经教师检查确定后再誊抄到实验报告上, 无“原始实验数据记录本”扣 20 分。

C₀=0.3 在该条件下, 该浓度的蔗糖溶液旋光率为 0.649°/mm
 θ=26.3°
 t=27°C
 λ=650nm

$$[\alpha]_{650\text{nm}}^{27^\circ\text{C}} = \frac{\theta}{lc} = 0.649^\circ/\text{mm}$$

思考题]

1. 因为偏振现象是横波所特有的现象, 光具有偏振现象说明光是横波
2. 先将起偏器和检偏器垂直放置, 使光束从起偏器射入, 若从检偏器射出的光明亮, 则为自然光, 反之则为偏振光
3. 反射光是线偏振光, 其振动方向垂直于入射面, 偏振化方向与布儒斯特角垂直
4. 是右旋物质
5. 由马吕斯定律 $I_\theta = I_0 \cos^2 \theta$ 和自然光通过偏振片会变为光强为原来一半的偏振光的规律可得: $I = I_0 \times \cos^2 30^\circ \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8} I_0$ 。即自然光透过光的强度是 $\frac{3}{8} I_0$; 若入射光为线偏振光, 则透过光的强度为 $I = I_0 \cos^4 30^\circ = \frac{9}{16} I_0$, 即偏振光的透过光强度为 $\frac{9}{16} I_0$ 。

实验心得]

1. 学会使用马吕斯定律计算透过偏振片光线的光强
2. 了解了布儒斯特角的一些性质
3. 了解了偏振片的性质及作用
4. 了解了旋光度的概念, 对手性分子的特性有了更进一步的了解
5. 掌握了一种新的测量折射率的方式

三、测量玻璃折射率
 由布儒斯特定律得

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

$$n_2 = 1.66$$

即玻璃的折射率为 1.66