

实验原始数据与处理——微波光学实验

姓名：杨博涵 学号：PB20000328 实验日期：2022年4月12日

一、系统初步认识

1. 接受电流与距离的关系

初始条件：发射器到中心位置距离 25cm

接受器到中心位置距离 20cm

表1 接受电流与距离的关系

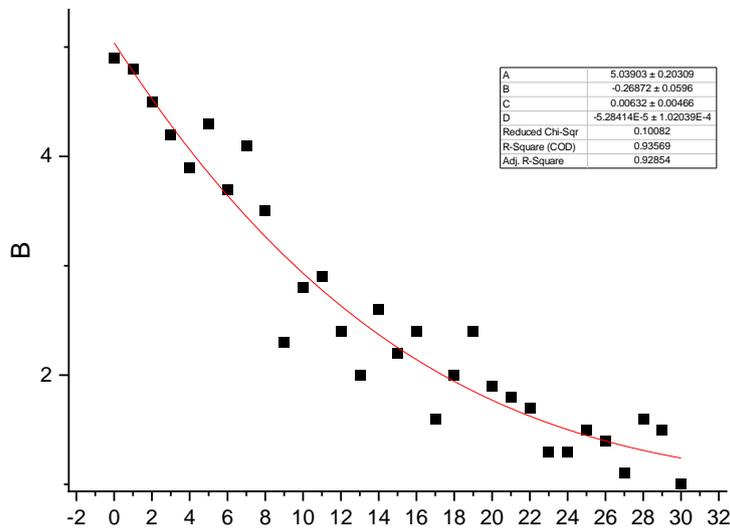
Δx (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
I (μA)	4.9	4.8	4.5	4.2	3.9	4.3	3.7	4.1	3.5

Δx (cm)	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I (μA)	2.3	2.8	2.9	2.4	2.0	2.6	2.2	2.4	1.6

Δx (cm)	18	19	20	21	22	23	24	25	26
I (μA)	2.0	2.4	1.9	1.8	1.7	1.3	1.3	1.5	1.4

Δx (cm)	27	28	29	30
I (μA)	1.1	1.6	1.5	1.0

根据球面波辐射模型，能量衰减应与距离的负二次方成正比，而接受器将能量转化为电流又为非线性关系。我们将以上数据进行三次多项式拟合，得到下图。



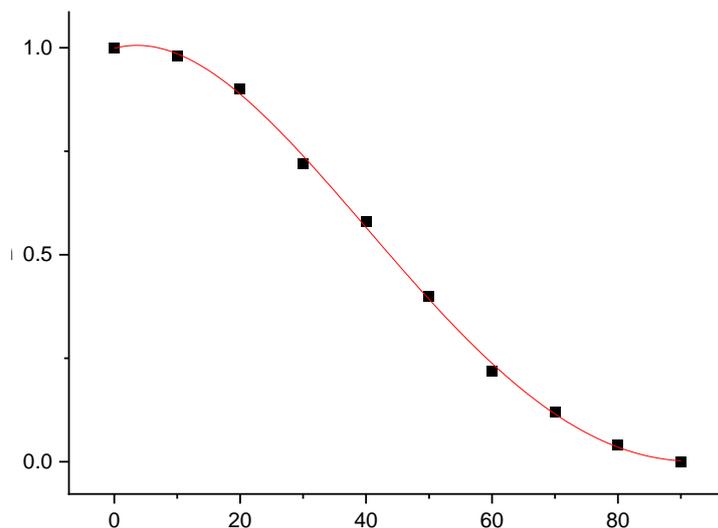
发现数据集满足非线性衰减的关系，且从拟合的R看出使用三次多项式拟合效果较优。

2. 接受电流与转角的关系

表 2 接受电流与转角的关系

$\theta(^{\circ})$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$I(\mu A)$	1.00	0.98	0.90	0.72	0.58	0.40	0.22	0.12	0.04	0.00
$\cos^2 \theta$	1	0.97	0.88	0.75	0.59	0.41	0.25	0.12	0.03	0

由上表看出，此时光强与角度的关系基本符合马吕斯定律，差值很小。为了定量说明，我们对其根据模型 $I = a + b\cos^2(c\theta + d)$ 拟合，得到下图



可以验证马吕斯定律的正确性。

二、反射

表 3 入射角和反射角

入射角($^{\circ}$)	20	30	40	50	60	70
反射角($^{\circ}$)	19.5	28.0	38.9	51.1	54.5	69.0
误差度数($^{\circ}$)	-0.5	-2.0	-1.1	1.1	-5.5	-1.0
误差百分比(%)	-2.5	-6.7	-2.8	2.2	-9.2	1.4

根据反射定律，反射角等于入射角，相对误差为

$$\sigma = \frac{\theta_2 - \theta_1}{\theta_1}$$

θ_1 是入射角， θ_2 为反射角。

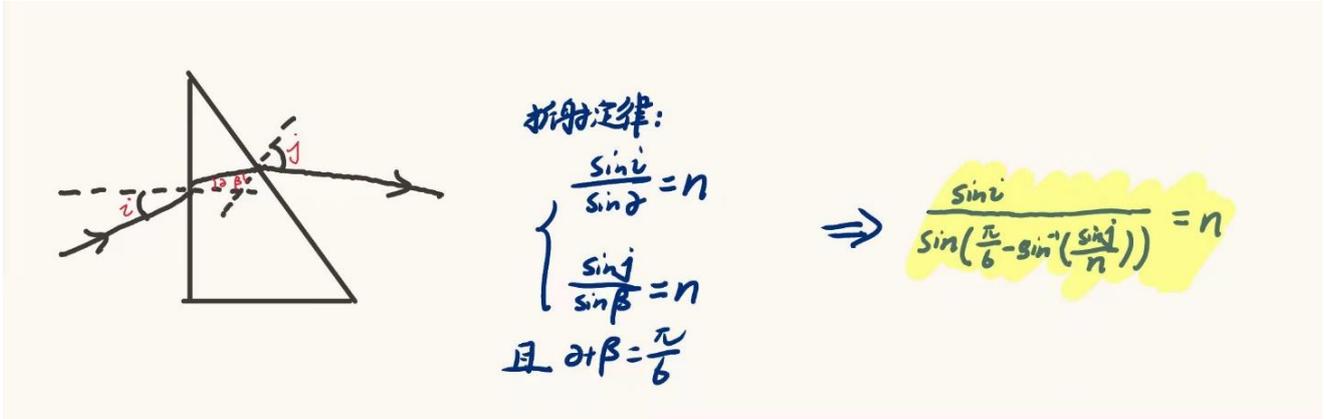
可以将上表误差项算出，误差小于10%。

三、折射

表 4 入射角和折射角

入射角(°)	0.0	30.0	60.0
折射角(°)	43.1	14.9	-10.6
塑料棱镜折射率 n	1.37	1.47	1.43

计算方法如下:



我们将数据代入并解上式方程得到 n, 并填入表中。

取平均值可得

$$\bar{n} = \frac{1.37 + 1.47 + 1.43}{3} = 1.42$$

不确定度为

$$u_n = 1.32 * \sqrt{\frac{(1.37-1.42)^2 + (1.47-1.42)^2 + (1.43-1.42)^2}{3*(3-1)}} = 0.04, P=0.68$$

故最终折射率为

$$n = 1.42 \pm 0.04, P = 0.68$$

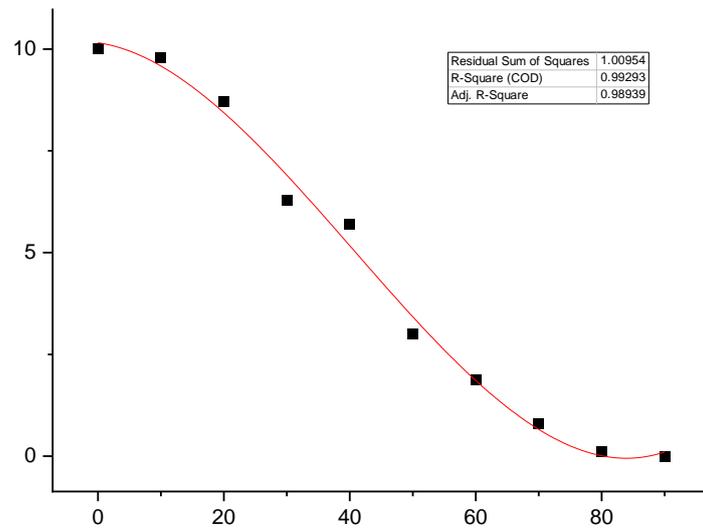
四、偏振

初始条件: 发射器、接受器到中心位置距离 35cm

表 5 偏振实验

接收器转角(°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
理论 I (μA)	100	97.0	88.3	75	58.7	41.3	25	11.7	3.0	0	
无偏振板实验 I (μA)	10.0	9.8	8.7	6.3	5.7	3.0	1.88	0.80	0.12	0.00	
偏振板 栅条与 竖直方 向夹角	45° I (μA)	0.18	0.24	0.38	0.50	0.62	0.70	0.68	0.60	0.48	0.34
	90° I (μA)	6.0	4.6	2.7	1.40	0.68	0.30	0.14	0.06	0.02	0.00

由上表可知，无偏振板实验结果符合马吕斯定律，将其根据模型 $I = a + b\cos^2(c\theta + d)$ 拟合，得下图



可以看到模型符合较好。

加上偏振板后，接收强度有一定的减少，不仅是偏振造成的，也有偏振板反射了一部分的微波，使传播面积减少的原因，所以下面两行数据显著小于无偏振板时。

当偏振板栅条与竖直方向夹角为 45 度时，数据在大约 50 度角处成对称分布，符合马吕斯定律的理论预期（两线夹角）。

当偏振板栅条与竖直方向夹角为 90 度时，分布与无板时一致，只是绝对值减小。

若偏振板栅条方向与竖直方向成 0°时，由于偏振方向与透振方向垂直，所以接收强度应几乎为 0。