

微波布拉格衍射实验报告

吴熙楠

2021 年 5 月 29 日

目录

1	实验目的	2
2	实验器材	2
3	实验过程及数据整理	2
3.1	模拟晶体布拉格衍射	2
3.1.1	[100] 面模拟布拉格衍射	2
3.1.2	[110] 面模拟布拉格衍射	4
3.2	单缝衍射	5
3.3	迈克尔逊干涉	6
4	分析与讨论	6
5	收获与感想	7

摘要

晶体有规则的几何形状，晶体中原子按规则排列组成晶格，对于晶体的散射而言，同一层的散射线，当散线与晶面间的夹角等于掠射角时，在这个方向上射线产生相长干涉，而对于不同层的散射线，当光程差为波长的整数倍时，各个面的散射线相互加强，形成光强的极大，即布拉格衍射。我们在本次实验中将会采用模拟晶体进行微波布拉格衍射实验，从而证明布拉格公式。

关键词：晶体，散射，布拉格公式

1 实验目的

- (1) 了解并学习微波器件的使用；
- (2) 了解布拉格衍射原理，利用微波在模拟晶体上的衍射验证布拉格公式。

2 实验器材

微波分光仪，模拟晶体，单缝，反射板 (两块)，分束板

3 实验过程及数据整理

3.1 模拟晶体布拉格衍射

3.1.1 [100] 面模拟布拉格衍射

表 1: [100] 面模拟晶体布拉格衍射数据表

$\theta/^\circ$	$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/\mu A$
90	44	69	62	55	5	37	20
89	64	68	49	50	6	36	22
88	87	67	26	45	4	35	15
87	98	66	20	44	6	34	10
86	100	65	19	43	8	33	6
85	87	64	12	42	8	32	5
84	52	63	7	41	10	31	6
80	4	62	4	40	12	30	10
75	7	61	3	39	14	25	2
70	30	60	2	38	18	-	-

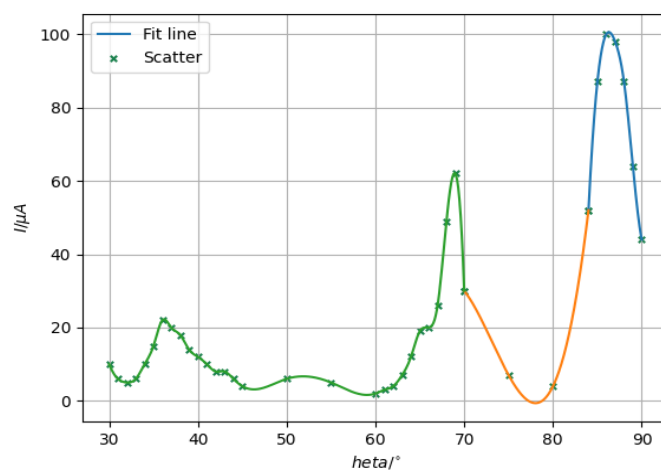


图 1: [100] 面模拟布拉格衍射

从图中我们可以看到有三个峰，其中前两个是我们需要的，而最后一个峰是因为微波在不同晶面的透射导致的增强，因此我们只计入前两个峰的角度， $\theta_1 = 37^\circ$, $\theta_2 = 69^\circ$

其中我们按照理论公式计算出的理论值为： $\theta_1 = 36.9^\circ$, $\theta_2 = 66.4^\circ$ ，可见实际上我们模拟晶体的布拉格衍射还算较为准确（在可以允许的误差范围内），但由于转动角度不能准确读出以及初始位置没有准确对准等原因，与理论值还是有一些偏差。

3.1.2 [110] 面模拟布拉格衍射

表 2: [110] 面模拟晶体布拉格衍射数据表

$\theta/^\circ$	$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/\mu A$
90	52	80	42	54	14
89	54	75	12	53	11
88	58	70	2	52	6
87	58	65	1	51	4
86	64	60	8	50	4
85	77	59	14	45	0
84	90	58	18	40	0
83	90	57	20	35	0
82	78	56	18	30	0
81	66	55	15	25	0

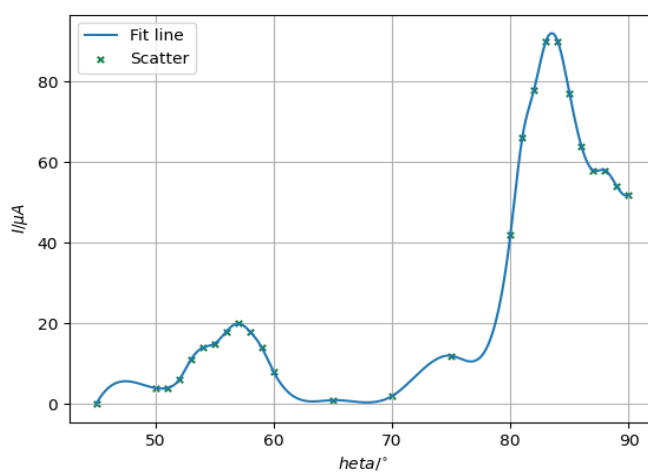


图 2: [110] 面模拟布拉格衍射

从图中我们可以看到有两个峰，其中第一个是我们需要的，而第二个峰是因为微波在不同晶面的透射导致的增强，因此我们只计入第一个峰的角度， $\theta = 57^\circ$

其中我们按照理论公式计算出的理论值为: $\theta = 55.5^\circ$, 可见实际上我们模拟晶体的布拉格衍射还算较为准确 (在可以允许的误差范围内), 但由于转动角度不能准确读出以及初始位置没有准确对准等原因, 与理论值还是有一些偏差。

3.2 单缝衍射

表 3: 单缝衍射数据表

$\theta/^\circ$	$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/\mu A$
0	82	24	2	-10	42	-27	1
5	68	26	1	-15	24	-28	0
10	45	27	0	-20	8	-29	0
15	22	28	0	-22	6	-30	0
20	4	30	0	-24	4	-	-
22	3	-5	72	-26	2	-	-

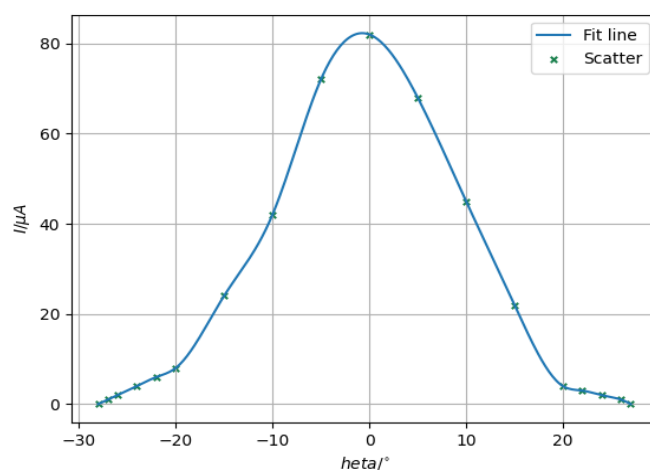


图 3: 模拟单缝衍射图

我们通过测量数据可得: 微波在衍射第一次达到极小值的时候 $\theta \approx \frac{28^\circ + 27^\circ}{2} = 27.5^\circ \Rightarrow \lambda = a \sin \theta = 3.23 \text{ cm}$

我们比较微波波长的理论值 $\lambda = \frac{c}{f} = 3.20\text{cm}$ 可得，我们利用单缝衍射的方法测得的微波波长也是较为准确的。

3.3 迈克尔逊干涉

表 4: 迈克尔逊干涉数据表

n	1	2	3	4
d/mm	59.962	43.417	26.965	11.785

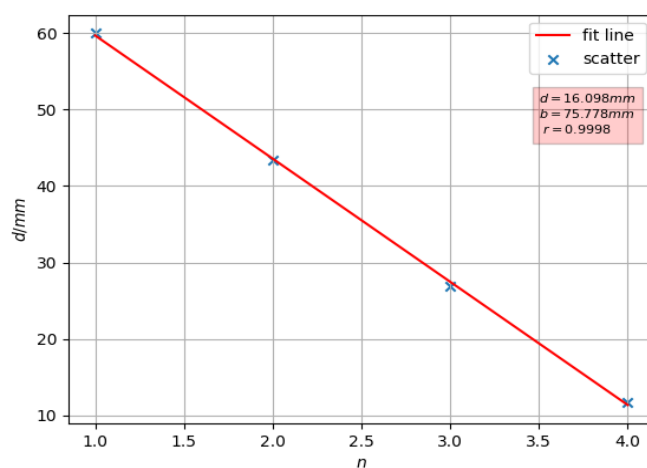


图 4: 模拟迈克尔逊干涉实验数据图

我们从图中作图可得斜率为: $\frac{\lambda}{2} = 16.098\text{mm} \Rightarrow \lambda = 32.2\text{mm}$

而实际上我们计算理论值可得 $\lambda = \frac{c}{f} = 32.02\text{mm}$, 可见我们用迈克尔逊干涉的方法测出的微波波长还是较为准确的。

4 分析与讨论

为何在模拟晶体布拉格衍射实验中入射角在 $80^\circ+$ 时会出现一个衍射峰?

答：因为入射角超过 80° 时，因为已经接近垂直入射，而模拟晶体中间间隙为空的，因此微波的透射被接收器接受到的几率增大，因此接收到的电流强度会增大，但因为模拟晶体的小球有一定的体积大小，故如果完全垂直入射，则必然会导致微波被小球 180° 反射的几率增大，接受到的电流减小，故两种效应叠加将会在 $80^\circ - 90^\circ$ 范围内形成一个峰位。

5 收获与感想

在本次实验中，我们了解并学习了微波器件的使用，了解了布拉格衍射原理，同时我们利用微波在模拟晶体上的衍射验证了布拉格公式。布拉格衍射为我们学习晶体以及光学中的重要知识，本次实验给我们拓宽了眼界同时从实验方面了解了此公式的意义。