

(16)

实验题目：微波干涉和布拉格衍射实验

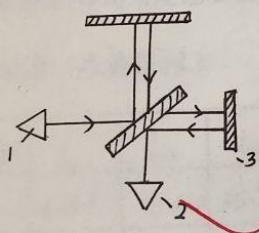
学号：205757 姓名：赵晓阳 班级：计算机软件201 成绩：9.0
 同组人： 实验日期、时段：9月8日 三时段 教师签名：

- 一、实验目的与要求
- ① 进一步熟悉并利用迈克耳孙干涉原理测量微波波长
 - ② 学习并利用微波的布拉格衍射原理，测量微波布拉格衍射强度的分布曲线。
 - ③ 通过本实验了解一些微波知识，应用布拉格衍射原理，用射线分析研究晶体结构的离散方法及应用等。
 - ④ 了解微波单、双缝衍射，微波干涉性测量等。

二、实验仪器
 微波分光计 (①发射部分 ②接收部分 ③分度盘 ④附件)

三、实验原理(用自己的语言组织)

① 微波波长的测量



利用迈克尔逊干涉原理

- 设微波的波长为 λ ，经固定反射板反射到接收喇叭的波程与从可动反射板反射到接收喇叭的波程的波程差为 δ ，则当 $\delta = k\lambda$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 时，两束波干涉加强，得到各级极大值。当 $\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 时，两束波干涉减弱，得到各级极小值。

- 若可动反射板移动距离 L ，则两束波的波程改变了 $2L$ 。
- 在实验中以微安表连接接收喇叭，以电流大小表示信号的强弱。
- 若从某一极小值(或极大值)开始移动可动反射板，使接收喇叭从某一个极小值(N个极小值)移动到下一个极小值(N+1个极小值)，即微安表指示出现N个极小值。

值(或极大值)读出移动的距离 L , 则

$$zL = L = (R+N) + 1 \cdot \frac{L}{2} - (2R+1) \frac{L}{2} = N\lambda$$

$$\text{故 } \lambda = \frac{2L}{N}$$

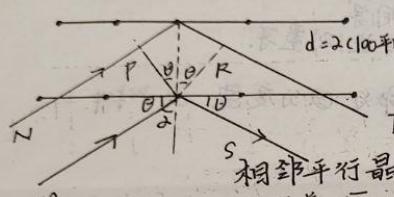
2. 微波的布拉格衍射

了解晶格常数、密勒常数及 100, 110 晶面标示法等概念。
实验室中可以用微波代替 X 射线进行模拟。

假设晶体中平行晶面的间距为 d .

入射波位于纸面平面内, 在晶面处

作镜面反射, 每个晶面反射很小一部分波, 其反射角等于入射角



相邻平行晶面反射波的波行差是 $2d \sin \theta$, 当来自平行晶面的波行差 $\overline{PQ} + \overline{QR} = 2d \sin \theta$, 是波长的整数倍时, 反射波发生相干干涉时, 就得出衍射束。这就是布拉格定律.
表示为 $2d \sin \theta = k\lambda$ ($k=1, 2, 3, \dots$)

量筒容积实验三

量筒容积实验四

量筒容积实验五

量筒容积实验六

量筒容积实验七

量筒容积实验八

量筒容积实验九

量筒容积实验十

量筒容积实验十一

量筒容积实验十二

量筒容积实验十三

量筒容积实验十四

量筒容积实验十五

量筒容积实验十六

量筒容积实验十七

量筒容积实验十八

量筒容积实验十九

量筒容积实验二十

量筒容积实验二十一

量筒容积实验二十二

量筒容积实验二十三

量筒容积实验二十四

量筒容积实验二十五

量筒容积实验二十六

量筒容积实验二十七

量筒容积实验二十八

量筒容积实验二十九

量筒容积实验三十

量筒容积实验三十一

量筒容积实验三十二

量筒容积实验三十三

量筒容积实验三十四

量筒容积实验三十五

量筒容积实验三十六

量筒容积实验三十七

量筒容积实验三十八

量筒容积实验三十九

量筒容积实验四十

量筒容积实验四十一

量筒容积实验四十二

量筒容积实验四十三

量筒容积实验四十四

量筒容积实验四十五

量筒容积实验四十六

量筒容积实验四十七

量筒容积实验四十八

量筒容积实验四十九

量筒容积实验五十

量筒容积实验五十一

量筒容积实验五十二

量筒容积实验五十三

量筒容积实验五十四

量筒容积实验五十五

量筒容积实验五十六

量筒容积实验五十七

量筒容积实验五十八

量筒容积实验五十九

量筒容积实验六十

量筒容积实验六十一

量筒容积实验六十二

量筒容积实验六十三

量筒容积实验六十四

量筒容积实验六十五

量筒容积实验六十六

量筒容积实验六十七

量筒容积实验六十八

量筒容积实验六十九

量筒容积实验七十

量筒容积实验七十一

量筒容积实验七十二

量筒容积实验七十三

量筒容积实验七十四

量筒容积实验七十五

量筒容积实验七十六

量筒容积实验七十七

量筒容积实验七十八

量筒容积实验七十九

量筒容积实验八十

量筒容积实验八十一

量筒容积实验八十二

量筒容积实验八十三

量筒容积实验八十四

量筒容积实验八十五

量筒容积实验八十六

量筒容积实验八十七

量筒容积实验八十八

量筒容积实验八十九

量筒容积实验九十

量筒容积实验十

量筒容积实验十一

量筒容积实验十二

量筒容积实验十三

量筒容积实验十四

量筒容积实验十五

量筒容积实验十六

量筒容积实验十七

量筒容积实验十八

量筒容积实验十九

量筒容积实验二十

量筒容积实验二十一

量筒容积实验二十二

量筒容积实验二十三

量筒容积实验二十四

量筒容积实验二十五

量筒容积实验二十六

量筒容积实验二十七

量筒容积实验二十八

量筒容积实验二十九

量筒容积实验三十

量筒容积实验三十一

量筒容积实验三十二

量筒容积实验三十三

量筒容积实验三十四

量筒容积实验三十五

量筒容积实验三十六

量筒容积实验三十七

量筒容积实验三十八

量筒容积实验三十九

量筒容积实验四十

量筒容积实验四十一

量筒容积实验四十二

量筒容积实验四十三

量筒容积实验四十四

量筒容积实验四十五

量筒容积实验四十六

量筒容积实验四十七

量筒容积实验四十八

量筒容积实验四十九

量筒容积实验五十

量筒容积实验五十一

量筒容积实验五十二

量筒容积实验五十三

量筒容积实验五十四

量筒容积实验五十五

量筒容积实验五十六

量筒容积实验五十七

量筒容积实验五十八

量筒容积实验五十九

量筒容积实验六十

量筒容积实验六十一

量筒容积实验六十二

量筒容积实验六十三

量筒容积实验六十四

量筒容积实验六十五

量筒容积实验六十六

量筒容积实验六十七

量筒容积实验六十八

量筒容积实验六十九

量筒容积实验七十

量筒容积实验七十一

量筒容积实验七十二

量筒容积实验七十三

量筒容积实验七十四

量筒容积实验七十五

量筒容积实验七十六

量筒容积实验七十七

量筒容积实验七十八

量筒容积实验七十九

量筒容积实验八十

量筒容积实验八十一

量筒容积实验八十二

量筒容积实验八十三

量筒容积实验八十四

量筒容积实验八十五

量筒容积实验八十六

量筒容积实验八十七

量筒容积实验八十八

量筒容积实验八十九

量筒容积实验九十

量筒容积实验十

量筒容积实验十一

量筒容积实验十二

量筒容积实验十三

量筒容积实验十四

量筒容积实验十五

量筒容积实验十六

量筒容积实验十七

量筒容积实验十八

量筒容积实验十九

量筒容积实验二十

量筒容积实验二十一

量筒容积实验二十二

量筒容积实验二十三

量筒容积实验二十四

量筒容积实验二十五

量筒容积实验二十六

量筒容积实验二十七

量筒容积实验二十八

量筒容积实验二十九

量筒容积实验三十

量筒容积实验三十一

量筒容积实验三十二

量筒容积实验三十三

量筒容积实验三十四

量筒容积实验三十五

量筒容积实验三十六

量筒容积实验三十七

量筒容积实验三十八

量筒容积实验三十九

量筒容积实验四十

量筒容积实验四十一

量筒容积实验四十二

量筒容积实验四十三

量筒容积实验四十四

量筒容积实验四十五

量筒容积实验四十六

量筒容积实验四十七

量筒容积实验四十八

量筒容积实验四十九

量筒容积实验五十

量筒容积实验五十一

量筒容积实验五十二

量筒容积实验五十三

量筒容积实验五十四

量筒容积实验五十五

量筒容积实验五十六

量筒容积实验五十七

量筒容积实验五十八

量筒容积实验五十九

量筒容积实验六十

量筒容积实验六十一

量筒容积实验六十二

量筒容积实验六十三

量筒容积实验六十四

量筒容积实验六十五

量筒容积实验六十六

量筒容积实验六十七

量筒容积实验六十八

量筒容积实验六十九

量筒容积实验七十

量筒容积实验七十一

量筒容积实验七十二

量筒容积实验七十三

量筒容积实验七十四

量筒容积实验七十五

量筒容积实验七十六

量筒容积实验七十七

量筒容积实验七十八

量筒容积实验七十九

量筒容积实验八十

量筒容积实验八十一

量筒容积实验八十二

量筒容积实验八十三

量筒容积实验八十四

量筒容积实验八十五

量筒容积实验八十六

- ④. 调节微波发生器的输出功率，使发射喇叭与接收喇叭互成 90° 。半透半反射板通过支架座固定在刻度盘正中，并使喇叭与 90° 轴线互成 45° 。在固定反射板底座上插入反射板，使反射板的法线与接收喇叭一致，在可动反射板底座上插入反射板，使反射板的法线与发射喇叭一致。
- ⑤. 接通电源。通过读数机构转动可动反射板，观察微安表指针变化情况。调节衰减器，使最大电流不超过四、实验内容与步骤
 四、实验内容与步骤
 1. 微波波长的测量
 ①. 将反射板和两个反射板的法线与发射喇叭一致。
 ②. 将可动反射板移到读数机构的一端，在此附近找出微安表上第一个极小值（或极大值）相对应的可动反射板的位置，记下读数机构上的读数 L_1 ，然后向同一方向转动反射板，从微安表上调出后续的 N 个极小值（或极大值）的位置，记录读数机构上相应的读数 L_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$)。
 ③. 重复测量 $2\sim 5$ 次，计算波长，填入表格。
 ④. 撤掉半透板，反射板和读数机构。
 2. 微波在柱形衍射强度分布测量
 ①. 调整模拟晶体。模拟晶体的晶格常数设计为 4cm ，用铝型材制作，模片对模拟晶体的上下一层层进行调节。注意：模拟晶体应成为一简单立方点阵。然后将模拟晶体架固定在刻度转盘上，应使五、数据记录（数据表格自拟）模拟晶体架下面小圆盘上标准刻线与所研究的晶面法线一致，与刻度盘上的 0° 刻线一致。为了避免两个喇叭之间微波的直接入射，测量时微波的入射角取值范围最好在 $30^\circ\sim 70^\circ$ ，即衍射角在 $20^\circ\sim 60^\circ$ 。
 ②. 改变微波的入射角度，同时调节衰减器，使入射角从 $30^\circ\sim 70^\circ$ 时微安表的读数在量程之内。
 ③. 入射角从 30° 开始，每改变 1° ，读一次微安表示数，直至入射角到 70° 为止。也可以根据实际情况从 70° 测到 30° 。注意：改变入射角是通过转动小平台实现的，但同时也需要转动接收喇叭，保证入射角等于反射角。
 ④. 测出数据后，作图法处理数据。

五、数据记录（表格自拟）

单位：mm

次数	L_1	L_2	L_3	L_4	L_3-L_1	L_4-L_2	L	入	出
1	6.512	21.050	35.958	52.068	29.446	31.018	30.232	30.232	X
2	6.705	21.120	35.934	52.135	29.215	30.935	30.075	30.075	X
3	6.654	21.082	35.934	52.102	29.280	31.020	30.15	30.15	

测量微波波长实验数据表。

入射角θ	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
衍射角θ	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
I(mA)	1.2	1.4	2.0	14.0	30.0	36.4	47.0	45.0	36.0	23.4

微波布拉格衍射强度分布实验数据表

40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35
14.0	3.0	5.0	0.6	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.4	1.6	0	0.4

56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
1.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	8.0	28.0	27.6	10.4	1.6	2.4	5.6	6.0	2.0	1.6	3.6

六、数据处理(要有详细过程,包括不确定度计算等)

$$6\lambda = t \cdot \sqrt{\frac{(\lambda + \Delta\lambda)^2}{n(n-1)}} = 1.32 \times \sqrt{\frac{(30.152 - 30.232)^2 + (30.152 - 30.075)^2 + (30.152 - 30.15)^2}{3 \times 2}}$$

$$= 1.32 \times 0.045$$

$$\approx 0.06 \text{ mm}$$

入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入
λ																

$$E_\lambda = \frac{6\lambda}{\lambda} \times 100\% = \frac{0.06}{30.152} \times 100\% = 0.2\%$$

$$\text{故 } \left\{ \begin{array}{l} \lambda = \bar{\lambda} \pm 6\lambda = 30.152 \pm 0.06 \text{ (mm)} \\ E_\lambda = 0.2\% \end{array} \right.$$

七、实验分析

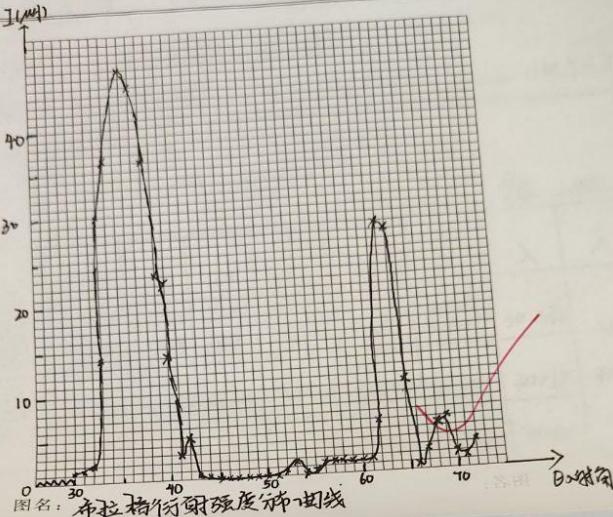
迈克干涉和布拉格衍射实际用途：

1. 进行晶体研究
2. 测量光的波长
3. 测量距离
4. 激光技术中可用布拉格衍射
5. 用于光通信。

思考题与思维拓展：

- ① 布拉格衍射可用作波长调节器，光学中的声、光、调制器使用
- ② 迈克干涉可用于观察干涉现象，研究许多物理因素对光的传播
测波长，测折射率
- ③ 布拉格衍射实验的实际应用：
 - ④ 进行晶体结构的研究
 2. 激光技术中可以利用布拉格衍射
 3. 布拉格光栅常用于光通信中作为一种重要器件。

物理实验报告



19.8.3

入射角θ/°	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
衍射角θ/°	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
I (mA)	1.2	1.4	2.0	14.0	30.0	36.4	47.0	45.0	36.0	23.6

微波希拉兹衍射强度分布实验数据表

40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
40.50	49	42	43	46	45	46	43	48.2	49.1
41.0	3.0	5.0	8.6	0.2	0.2	0	0	58	59
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
50.0	0	0.4	1.6	0	0.4	1.2	1.6	1.6	1.6
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
60.0	1.6	1.6	8.0	28.0	21.6	10.4	1.6	2.4	5.6
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
70.0	1.6	1.6	3.6	-	-	-	-	-	-

课程 微波干涉和布拉格衍射实验

班级 软件201 姓名 赵海鹏 组别 _____ 同组人 _____ 日期 9月8日

实验

单位 mm

次数	L_1	L_2	L_3	L_4	L_3-L_1	L_4-L_2	\bar{L}	λ	$\bar{\lambda}$
1	65.72	21.050	35.958	52.068	29.446	31.08	30.232	30.232	X
2	6.705	21.120	35.944	52.135	29.215	30.935	30.075	30.075	30.152
3	6.654	21.082	35.934	52.102	29.280	31.020	30.15	30.15	

测量微波波长实验数据表

重 9.8.3

入射角θ	30	31	32	33	34	35	(36)	37	38	39
衍射角θ	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
I (mA)	1.2	1.4	2.0	14.0	30.0	36.4	47.0	45.0	36.0	23.6

微波布拉格衍射强度分布实验数据表

40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
40.50	41	42	43	44	45	46	47	48	49
14.0	3.0	5.0	6.6	0.2	0.2	0	0	0	0
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
50.0	51	52	53	54	55	56	57	58	59
0	0.4	1.6	0	0.4	1.2	1.6	1.6	1.6	1.6
60	61	62	(63)	64	65	66	67	68	69
60.0	61	62	(63)	64	65	66	67	68	69
1.6	1.6	8.0	28.0	21.6	10.4	1.6	2.4	5.6	6.0
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
70.0	71	72	73	74	75	76	77	78	79
2.0	1.6	3.6							

294311122