

基础物理实验原始数据记录

实验名称 微波布拉格衍射 地点 教学楼 715/717

学生姓名 陈宇凡 学号 2021K8009926026 分班分组座号 03-08-09 号

实验日期 2022 年 11 月 16 日 成绩评定 教师签字

微波双缝干涉实验

实验目的

利用微波进行双缝干涉实验，测量一级极大、零级极小、一级极小处接收角度，获得接收喇叭检波电压与接收角度的关系图。

实验用具

DHMS-1 型微波光学综合实验仪，其中由可以发出完全偏振的微波发生源、发射喇叭、接收喇叭、固定臂与转动臂、支架、圆盘、检波信号电压数字显示器等装置，以及可调节宽度的双缝一个。

实验原理

微波由电调制产生，从发射喇叭发出，由接收喇叭接收，并由检波管检波，转换为数字信号后，由液晶显示屏显示电压数据，反映出微波强度相对大小。

在实验操作过程中，微波经过双缝，又成为两个相干的次级波源（相位差维持恒定、在一个方向振动、频率相同），二者进行干涉，在不同角度上发生的干涉现象不同。干涉加强的角度满足如下式子：

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{k\lambda}{d+l}\right)$$

干涉减弱的角度满足如下式子：

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{(k+\frac{1}{2})\lambda}{d+l}\right)$$

这两个式子之中 $k=0,1,2,3,\dots$ ， λ 为微波波长， d 为双缝宽度， l 为双缝之间的距离。根据实验原理， d 的大小量级应该调节为大于波长，下面给出了波长为 3.1915cm，实际操作过程中调节 d 为 3.5cm。

实验步骤

- 1、连接电源，按照仪器上的指示调整指针至指定位置，获得指定频率、波长的微波。
- 2、旋转圆盘，使得固定臂正对 180° 刻度，再旋转转动臂至正对面 0° 刻度处。
- 3、调整两喇叭口位置，保持横平竖直。保证大致平直后，调整旋钮使接收喇叭上的数字显示屏电压约为 150mV ($150\text{--}170$) 左右。
- 4、移动转动臂至 20° 与 -20° 处，微调喇叭口使得两处电压差别不超过 2mV (实际操作时是按照不超过 1mV 进行的，其实 2mV 的范围还是稍显大了一些)。转回 0° 。安装双缝并对准 90° 方向。再次调整旋钮使接收喇叭上的数字显示屏电压约为 150mV 左右。
- 5、从 0° 开始，向两侧旋转进行粗扫，每转 2° 记录一次电压数据，直到 50° 为止。
- 6、观察所得数据，找到一级极大、零级极小、一级极小对应角度，并进行精扫，在对应角度周围 8° 范围内（此处为了确保我们进行定位的角度处于此组精扫的正中心，我选取了 9° 的范围进行精扫，并且在操作过程中我可能发现了这个范围内仍不能粗略定位有极值情况，我选择继续在目标角度处使用二分法提高待测角度精度），每转 1° 记录一次电压数据，进一步找到各个极大极小对应角度。

实验条件确认: 微波频率: 9.4GHz 微波波长: 3.1915cm

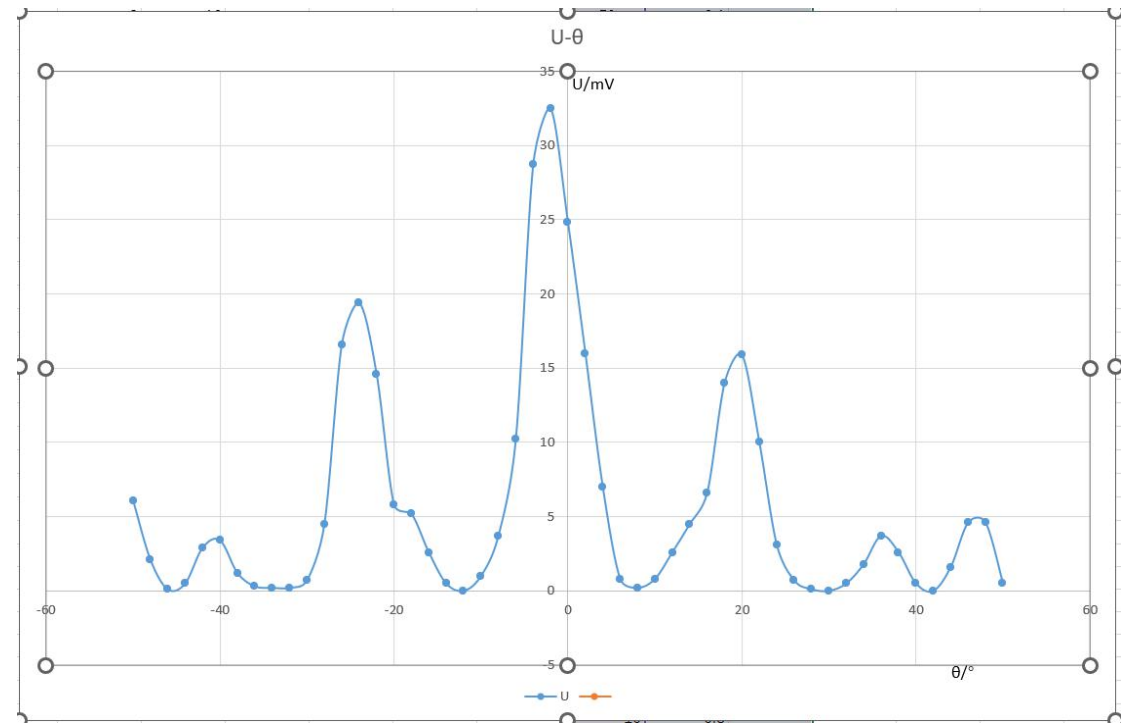
微波实验仪对准确认

角度 (°)	0	20	-20
电压 (mV)	167.8	26.2	25.7

双缝干涉实验

θ (°)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$U_{\theta+}$ (mV)	24.8	16.0	7.0	0.8	0.2	0.8	2.6	4.5	6.6
$U_{\theta-}$ (mV)	24.8	32.5	28.7	10.2	3.7	1.0	0.0	0.5	2.6
θ (°)	18	20	22	24	26	28	30	32	34
$U_{\theta+}$ (mV)	14.0	15.9	10.0	3.1	0.7	0.1	0.0	0.5	1.8
$U_{\theta-}$ (mV)	5.2	5.8	14.6	19.4	16.6	4.5	0.7	0.2	0.2
θ (°)	36	38	40	42	44	46	48	50	
$U_{\theta+}$ (mV)	3.7	2.6	0.5	0.0	1.6	4.6	4.6	0.5	
$U_{\theta-}$ (mV)	0.3	1.2	3.4	2.9	0.5	0.1	2.1	6.1	

使用 excel 中的折线绘图功能绘制 $U-\theta$ 图像:



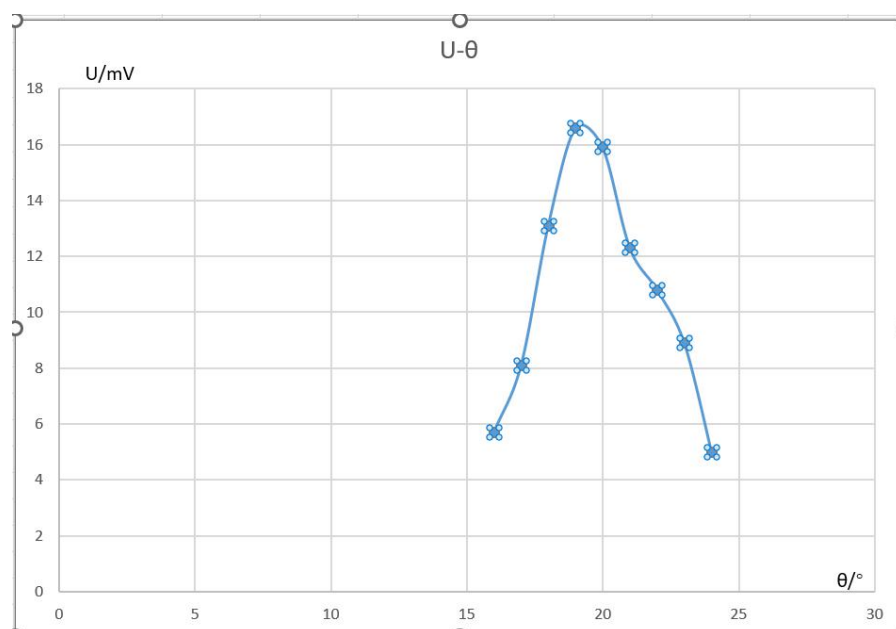
可以看到这个图中我的实验数据整体向左边便宜了 2° 左右, 这也在实验数据上一一体现出来了, 我认为可能的原因有如下几点:

1. 我本身实验操作过程中可能存在有自己未曾发现的失误, 准直过程中没有进行有效的调整, 导致了结果出现了偏差。
2. 实验设备本身确实是存在问题的, 上文中提到的微波发生装置中的发射喇叭本身存在倾斜的问题, 我们的接收喇叭是根据发射喇叭进行调节, 发射喇叭的问题会在结果处放大很多, 这个 2° 可能存在有系统本身不可避免的误差成分在其中, 所以只有尽可能保证自己的操作是合规、相对准确的。

(根据实验数据确定扫描角度, 1° 角间隔)

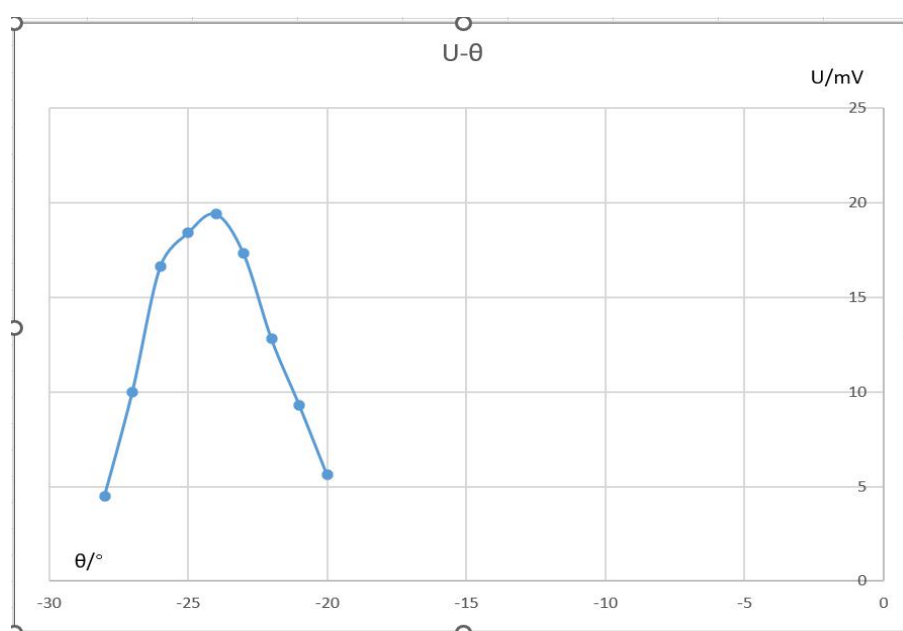
一级 极大	θ ($^\circ$)	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	$U_{\theta+}(\text{mV})$	5.7	8.1	13.1	16.6	15.9	12.3	10.8	8.9	5.0
	θ ($^\circ$)	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	$U_{\theta-}(\text{mV})$	5.6	9.3	12.8	17.3	19.4	18.4	16.6	10.0	4.5

这是根据实验数据通过 excel 软件绘制出来的正向角度对应的电压值：



可见我们得到的数据和预期的走势是一样的，随着角度的增大，电压的大小从小变大再变小。但是遗憾的是这个图反应我们得到的数据并不是那么符合对图形的预期，这里得到的图像并不是对称的。

这是根据实验数据通过 excel 软件绘制出来的负向角度对应的电压值：



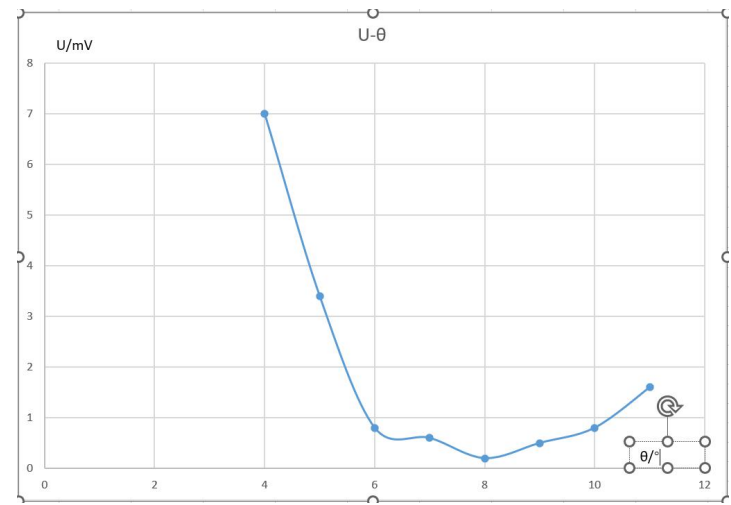
同样的，这里的数据走势其实是符合我们的预期的，但是图像的性质并不是符合我们预期

的,说明其实获得的数据并不是那么准确,可能或多或少存在有系统性的误差,但是更多地,还是应该在人身上找问题,在做后续实验的时候应该尽力避免这些问题。

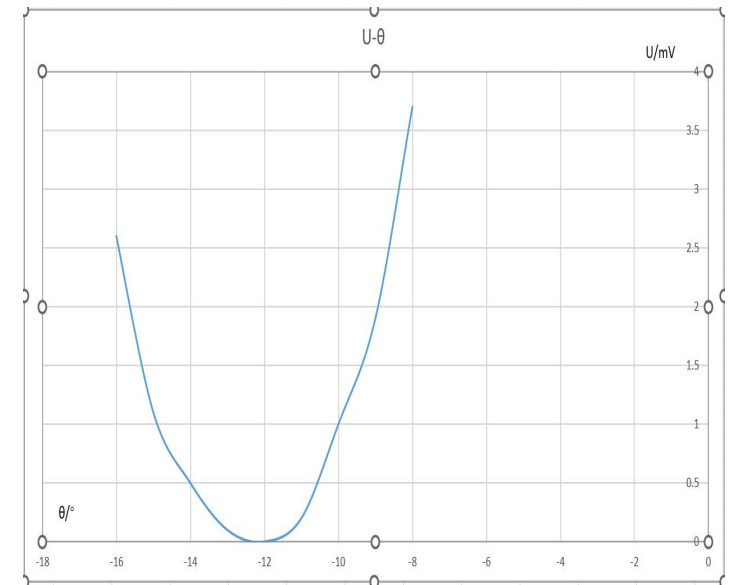
调节功率(根据实验数据确定扫描角度, 1°角间隔)

零级	$\theta(^{\circ})$	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	$U_{\theta+}(\text{mV})$	7.0	3.4	0.8	0.6	0.2	0.5	0.8	1.6	2.6
极小	$\theta(^{\circ})$	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	$U_{\theta-}(\text{mV})$	3.7	1.9	1.0	0.2	0.0	0.1	0.5	1.1	2.6

注记: 此处在测量负向角度时因为读数不够明显, 单独对负向角度测量组别的功率调高



由图像趋势可见, 确实会在 8° 的时候取到电压的最小值, 但是这里获得的波形不尽如人意, 最大的图中可以看到和预期图像其实差别不算大, 所以这里其实可以适当调小角度变换量的大小, 控制在更小的区域内进行图像绘制。

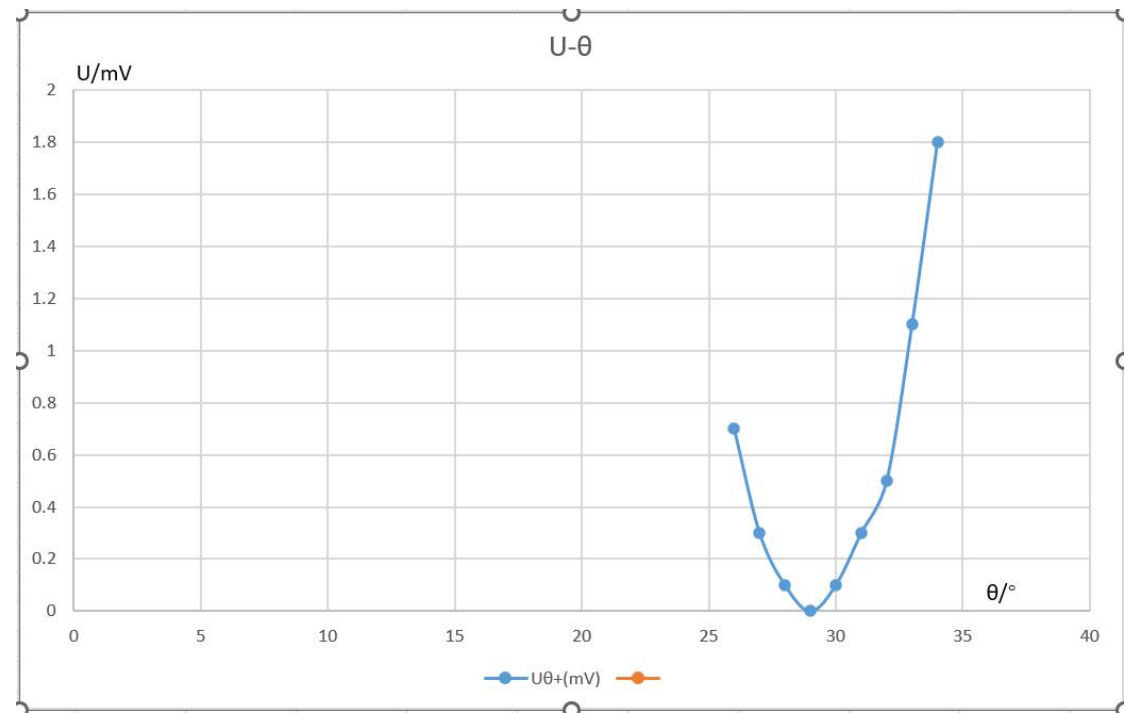


由图像趋势可见, 确实会在 -12° 的时候取到电压的最小值。而这与我们的预期相同, 图像向左移动了 2°, 进行修正之后确实是关于 0° 对称的。

调节功率（根据实验数据确定扫描角度， 1° 角间隔）

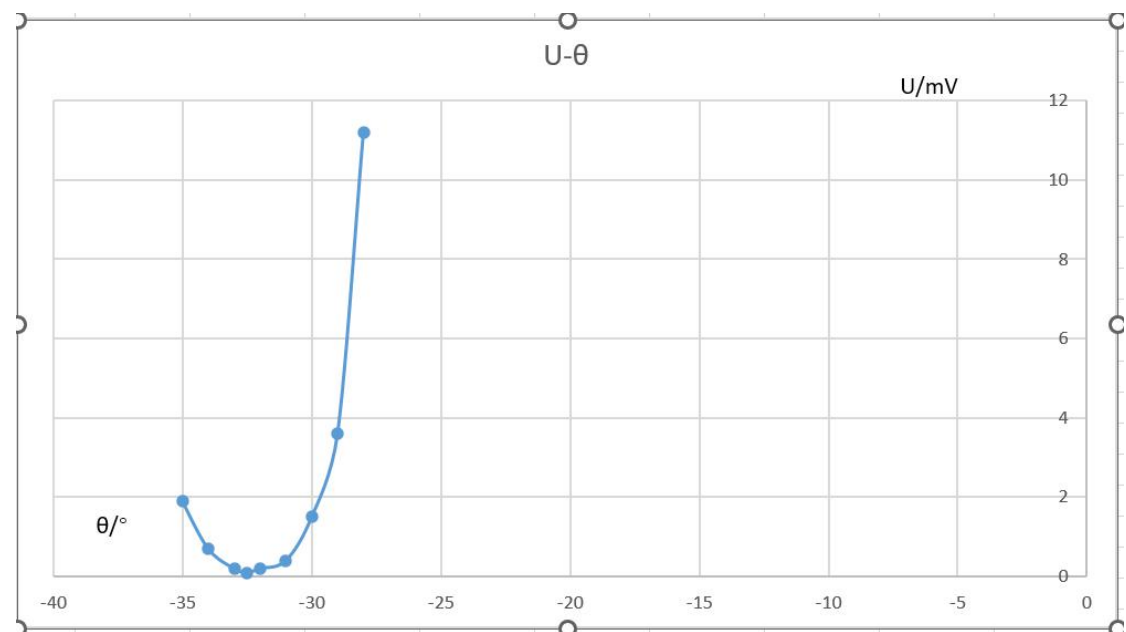
一级 极小	$\theta (^{\circ})$	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	$U_{\theta+}(\text{mV})$	0.7	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3	0.5	1.1	1.8
	$\theta (^{\circ})$	28	29	30	31	32	32.5	33	34	35
	$U_{\theta-}(\text{mV})$	11.2	3.6	1.5	0.4	0.2	0.1	0.2	0.7	1.9

正向角度图像如下：



如果我们考虑对原有结果引入修正，则图像整体向右平移 2° 左右，取得最小值约在 30° 左右。

反向角度图像如下：



同样引入修正，右移 2° 左右，可以发现取得负向一级最小的点是在 -30° 左右的。

对第一个实验的思考与总结：

首先，总的来说这个实验是非常简单的，难度其实是在于调整仪器和记录数据有以下这些点是需要注意的：

1. 准直工作一定要做好，在准直完毕之后需要记得拧紧螺丝并且调节功率到读数正确。
2. 在处理数据的时候可以引入误差修正，即我们所得到的数据进行一个简易的修正可以得到与实验之前我们预期相同的结果，我认为这个操作步骤对于后续分析实验误差是相当有必要的
3. 实验过程中最好是连续进行一个方向的角度测量，这样效率更高（我一开始是进行两个方向同时测量的，后来经过老师的提醒及时改变了做法，切身体验是两边同时进行的做法确实会很影响实验进程的推进）

其次，不得不承认的是，实验的器材确实是存在有很大的误差，经过我在实验过程中的观察，实验仪器的发射喇叭是向右手方向歪斜的，我们得出的实验结果我认为其实会有很大一部分源于实验器材本身误差带来的系统误差，很可惜的是，这是通过实验操作手法或者数据的处理方法无法消除的。并且，在后续实验过程中我其实发现自己的器材诚然存在问题，这个问题我们后面再说。

最后，需要感谢当日的值班老师，有很多操作问题她非常及时、耐心地回复了我，我觉得实验过程是比较麻烦的，但是实验的体验是非常良好的！

微波迈克尔逊干涉实验

实验目的

搭建微波迈克尔逊干涉仪器并利用其测量微波波长

实验器材

DHMS-1 型微波光学综合实验仪、反射金属板 2 个、分束板 1 个

实验原理

我们引用讲义之中的迈克尔逊干涉仪图片：

5. 微波的迈克尔逊干涉实验

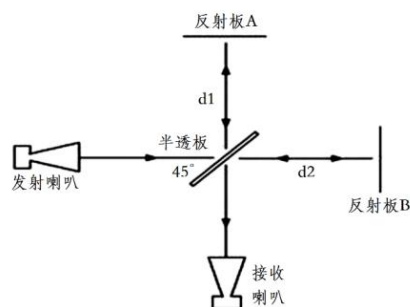


图 8 迈克尔逊干涉原理示意图

通过发射喇叭向右发射微波，经过一个如图所示呈 45° 角度放置地半透板，一部分射向反射板 B，一部分射向反射板 A，反射板 B 反射板 A 处的光线全部反射，在接收喇叭处接收信号。

将反射板 B 按照半透板做轴对称，发现和反射板 A 之间形成了类似于薄膜干涉的图像，移动反射板 B 的位置，观察接收喇叭读数，记录读数最小时反射板 B 的位置。满足下式：

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

实验步骤

1. 拆除双缝，如实验 1 一样进行对准。
2. 将转动臂转至 90° 刻度处。
3. 按照图 5 安装分束镜与两个反射镜，分束镜对准 45° 与 135° 刻度，两反射镜各与 0 和 90° 方向保持平行。
4. 转动可移动反射镜的摇杆，使其前进，电压计数达到最小值时，记录摇杆标尺读数，如次

反复进行多次。

5.数据处理并作图分析

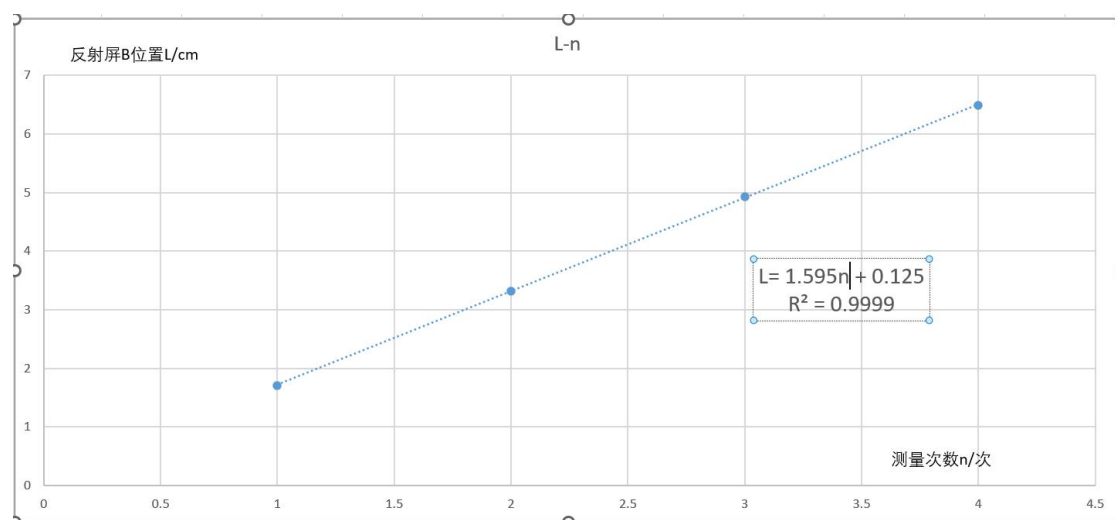
(1) 微波实验仪对准确认（搭建实验装置前）

角度（°）	0	20	-20
电压（mV）	160.3	20.1	20.8

(2) 迈克尔逊实验数据

最小点读数	1.71cm	3.32cm	4.93cm	6.49cm
-------	--------	--------	--------	--------

使用最小二乘法对实验数据进行处理：



斜率为 1.595，于是有波长为两倍的斜率即：

$$\lambda = 2k = 3.19\text{cm}$$

误差为：

$$\frac{3.195 - 3.19}{3.195} \times 100\% = 0.156\%$$

这个误差是完全在我们可接受的范围内的，它和理论值的差距是不大的，并且拟合的相关系数为 0.9999，这说明我们的得到的数据做拟合操作是非常合适的。

对第二个实验的总结：

一开始，我记录的实验数据是相当离谱的，经过老师提醒后发现读到的并不是最小值，也就是还没有到最小值便开始读数了，所以这个实验的难点其实是要有耐心走完一个周期，真正地找到最小值所对应的那个读数点。总的来讲这个小实验是非常简单的！

微波布拉格衍射实验

实验目的

利用模拟晶格观察布拉格衍射现象，并通过之计算微波波长

实验器材

DHMS-1 型微波光学综合实验仪、模拟晶格（内有简单立方排列的晶格参数 a 为 4cm 的铝球来模拟晶格的内部结构）（而且还有同学问到了外壳是否会影响实验结果，老师给出的答案是不会，原因是球壳的介电常数和空气其实是相近的，就算是有影响其实也可以忽略掉）

实验原理：

使用不同的面来进行微波衍射实验，100 面的法线在 0° 处，110 面的法线在 45° 处。干涉极大时会有下式：

$$2d \cos \varphi = k \lambda (k = 1, 2, 3, 4, 5 \dots)$$

实验步骤

1. 拆除前一个实验的装置后，同前述实验，进行对准与喇叭口调节。
2. 为了处理方便可以旋转转盘使刻度计算方便，安装模拟晶格。（请注意，这里晶格只有一个安装方式，也就是说每个面的法线方向是完全确定且固定住了的）
3. 转动转动臂与圆盘，使达到初始角度位置，转动臂、固定臂相对待测晶面对称分布。
4. 每次转动臂转 4° ，转盘转 2° ，记录数据。
5. 找到峰值位置，降低梯度，在峰值数据附近进行精扫，测量并记录数据

(1) 微波实验仪对准确认（放置实验晶格前）

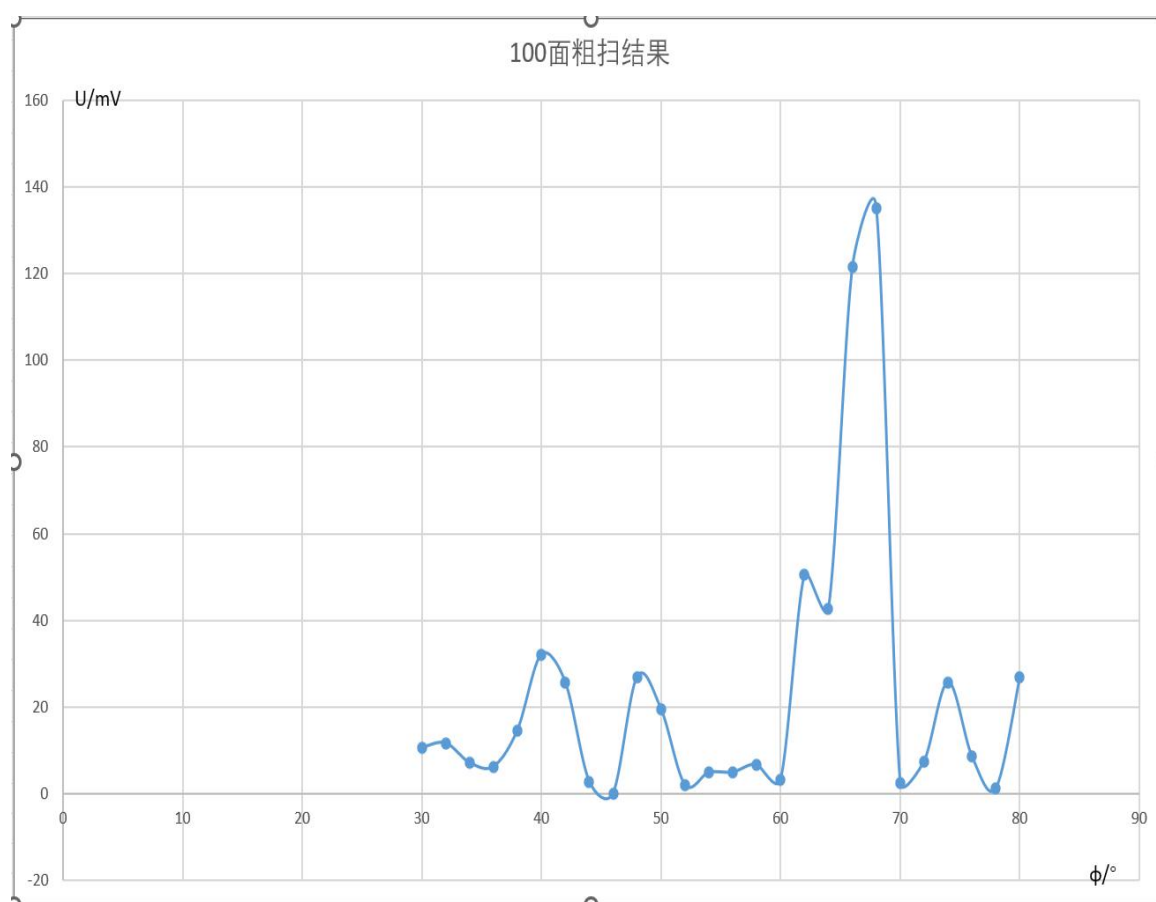
角度 (°)	0	20	-20
电压 (mV)	183.5	47.1	46.8

(2) 布拉格衍射实验数据(100)晶面

晶面 (1,0,0) 面间距 d 4cm ϕ_I 为入射角度(反射角度)

ϕ_I (°)	30	32	34	36	38	40	42	44	46
U(mV)	10.6	11.6	7.1	6.2	14.6	32.1	25.7	2.8	0.04
ϕ_I (°)	48	50	52	54	56	58	60	62	64
U(mV)	26.9	19.5	2.0	4.8	4.9	6.7	3.2	50.5	42.7
ϕ_I (°)	66	68	70	72	74	76	78	80	
U(mV)	121.5	135.2	2.5	7.4	25.7	8.5	1.2	26.8	

这是我们通过 excel 得出的数据处理得到的 100 面粗扫图像：



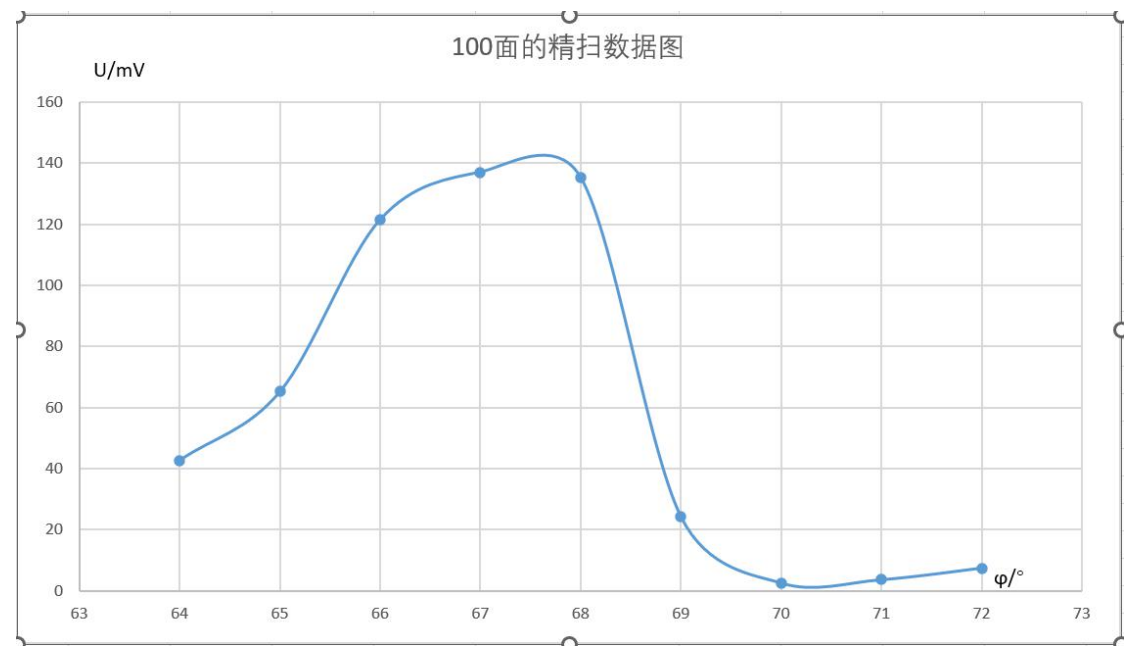
可以明显看到，粗扫得到的数据中，电压峰值在 68° 入射角处出现，不得不说的是我们的得到的数据整体呈现的趋势是没有问题的，但是局部来精细地分析，是不具备我们预期形状的，这说明其实我们的操作可能存在或多或少的问题。

于是我们定位最高峰会出现在 68° 左右，锁定这个值在它附近进行精扫工作。

(根据实验数据调节功率，确定扫描角度，1° 角间隔)

$\phi_1 (^{\circ})$	64	65	66	67	68	69	70	71	72
U(mV)	42.7	65.2	121.5	137.0	135.2	24.2	2.5	3.6	7.4

由软件模拟出来的趋势图有：



可见软件预期的峰值出现角度应该在 67.6-67.7° 附近，这与我们粗扫与精扫工作得出的结论是差别不大的。

根据上述公式得出波长为：3.049cm，误差为 4.57%，这个误差是小于 5%的，我认为是可以接受的！

(3) 布拉格衍射实验数据 (110)面

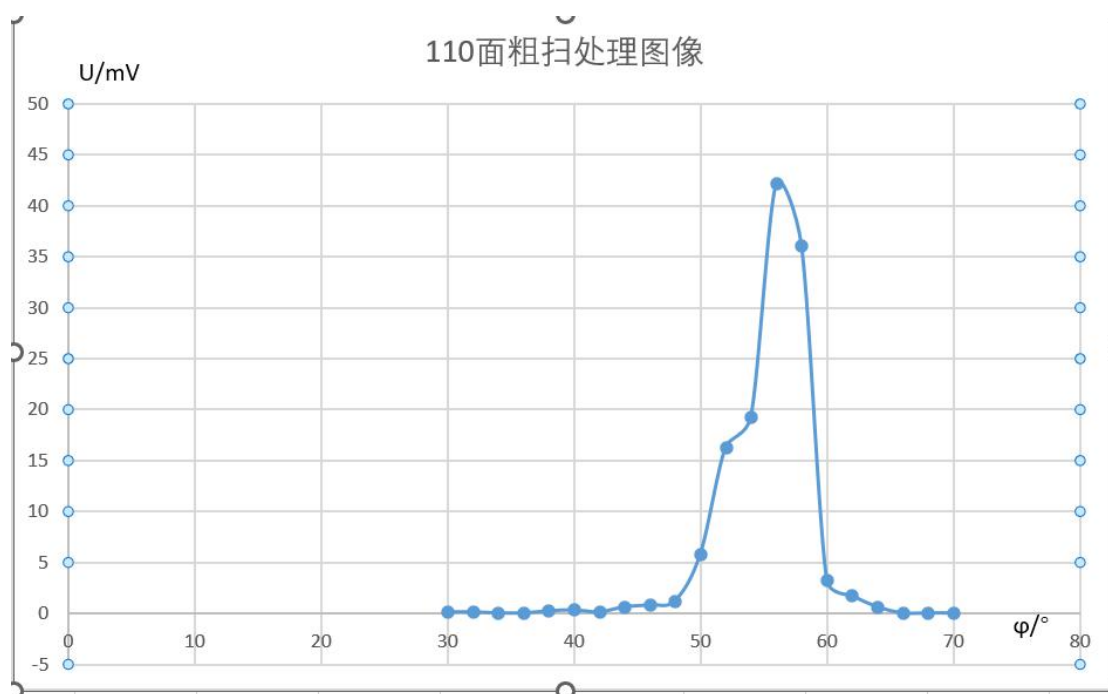
晶面 (1,1,0)

面间距 2.828cm

ϕ_i 为入射角度(反射角度)

ϕ_i (°)	30	32	34	36	38	40	42	44	46
U(mV)	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.6	0.8
ϕ_i (°)	48	50	52	54	56	58	60	62	64
U(mV)	1.2	5.8	16.3	19.3	42.2	36.1	3.2	1.7	0.6
ϕ_i (°)	66	68	70						
U(mV)	0.0	0.0	0.0						

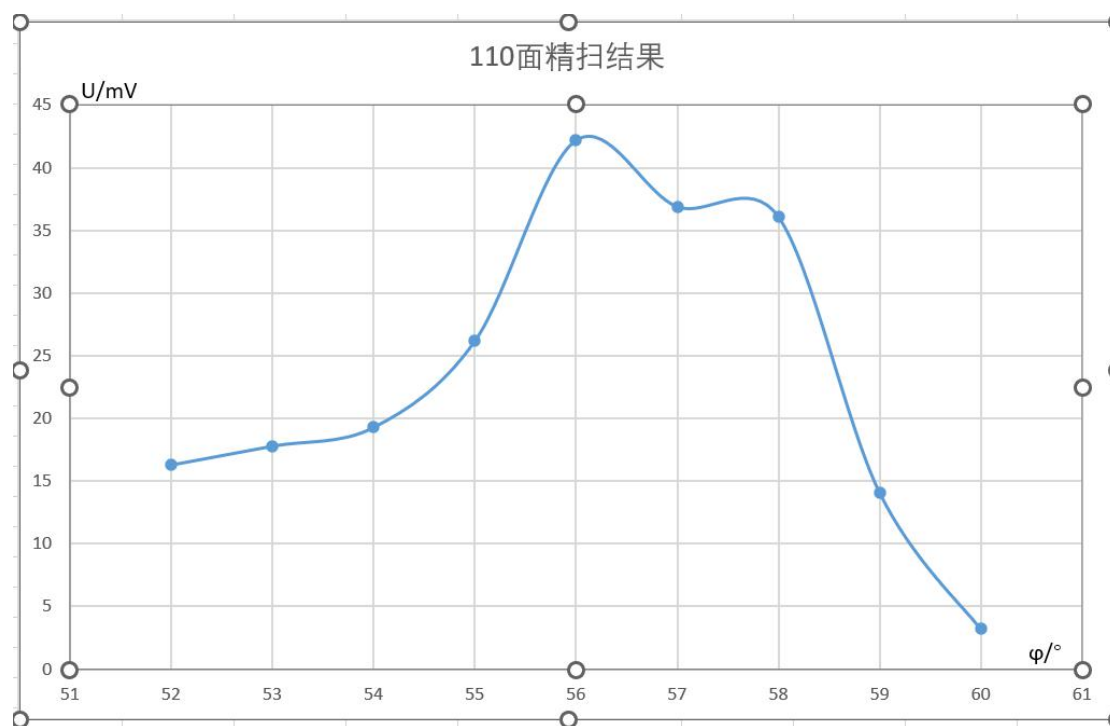
得到 110 面实验数据处理图:



不得不承认,得到的 110 面数据实在是无法让人满意。从 30° 到 50°, 从 60° 到 70°, 这两个区间中数据都相当接近于 0, 并且我调高了实验器材功率到最高都没有办法得到稍微明显一些的数据, 经过和身边同学互相监督确认之后, 确认操作步骤合理合规没有问题, 我认为可能是实验器材本身存在有问题使得 110 面的数据测量确实从根源上就存在有问题! 好在我们大致得出了峰值的数据, 这不影响后续步骤。

(根据实验数据调节功率，确定扫描角度，1°角间隔)

$\phi_I (^{\circ})$	52	53	54	55	56	57	58	59	60
U(mV)	16.3	17.8	19.3	26.2	42.2	36.9	36.1	14.1	3.2



软件给出的精扫结果分析预测在比 56° 稍高一点点处取到峰值，读数约为 56.2°。这与我们的实验数据是吻合的！

根据上述公式得出波长为 3.146cm，误差为 1.53%，虽然我们在非峰值处得到的数据是相当难以让人满意的，但是最后得出的波长数据还是很准确的！

选做实验（2）微波的偏振实验

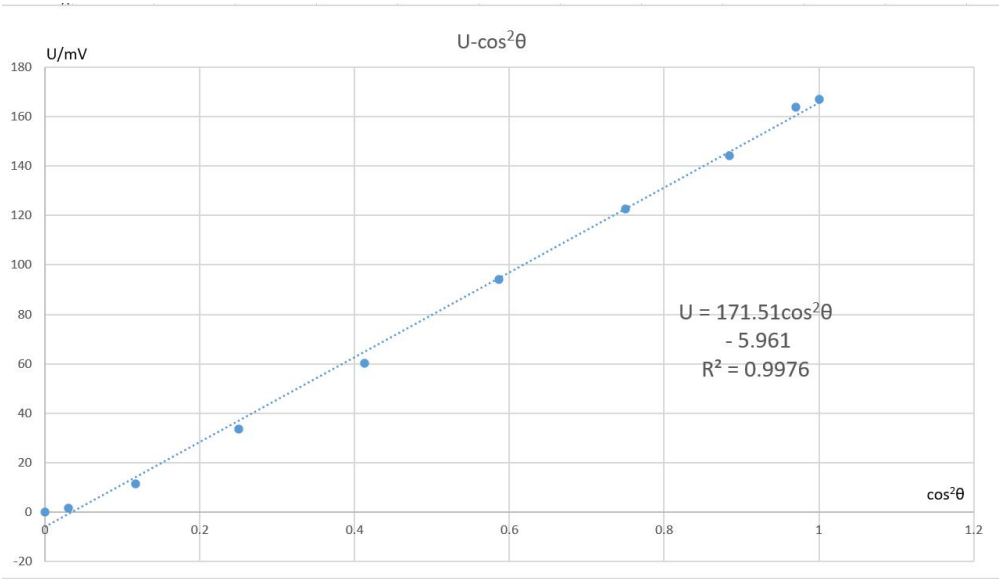
（1）微波实验仪对准确认

角度（°）	0	20	-20
电压（mV）	167	27.1	26.5

（2）偏振实验数据

转角	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
U（mV）	167	163.7	144.3	122.6	94.1	60.2	33.5	11.3	1.4	0.0

值得注意的是，在老师的讲解下，我确认了，喇叭发出的驻波震动方向是垂直于地面的，并且是完全偏振的。所以根据理论可以预测，电压的大小会和转角的余弦值的平方成正比。使用软件对数据进行处理：



此处拟合的相关系数为 0.9976，说明拟合效果不错，我们的实验数据验证了微波的马吕斯定理。即在预习报告中给出的：

$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

实验数据分析部分到此结束，下面是思考题部分

思考题：

1. 各实验内容误差主要影响是什么？

在前文之中各实验已经分析过一些内容。三个实验的共同误差来源包括喇叭口放置角度存在有问题、准直的误差、以及读数时产生的偏差（后两者都是应该从人身上找问题的，但是因为实验需要测量的量比较多，所以其实很难保证每一步都很准确）。双缝干涉实验误差还源于实验中角度间隔设计问题导致角度误差小正弦误差却较大的情况（其实梯度应该再小一些，精扫的那一组数据还是不够精确）。迈克尔逊干涉实验中误差主要来源于电压示数为 0 的反射镜移动距离范围较大（最低电平移动距离太大了，很可能没有经过一个周期就读数）。布拉格衍射实验的主要误差源是转动圆盘与转动臂时小的转动角度偏差累积而导致的较大误差。偏振实验其实误差相对较小，因为原理简单，操作简便，但是可能在旋转过程中移动了转动臂，这就会产生误差。

2. 金属是一种良好的微波反射器。其它物质的反射特性如何？是否有部分能量透过这些物质还是被吸收了？比较导体与非导体的反射特性。

经查找资料，极性分子组成的材料吸收微波（例如水吸收微波，这也是为什么我们在装置旁边影响其实很大），绝缘体材料几乎不吸收微波，且会使得微波透射。导体对于微波基本上是反射，而绝缘体基本是透射。

3. 为避免每台仪器微波间的干扰，使用吸波材料对每套设备进行了微波屏蔽，请问吸波材料的工作机理是什么？与屏蔽微波波长的关系是什么？

实验操作台处使用泡沫塑料堆积的方法来吸收电磁波，结构是相当特别的，并不是一个平面，而是有很多凹陷很多突起。原理是将进入的电磁波在其内部进行多次的反射，由于凹陷与突起众多，形成了相当多的网洞结构，其反射次数很多，能量损失很快更多。我认为应该与微波的波长是相当的（现场的装置尺寸是如此的）。

4. 假如预先不知道晶体中晶面的方向，是否会增加实验的复杂性？又该如何定位这些晶面？

我认为是会增加实验复杂性的，但是老师在 ppt 上也给出了相对应的方法。我们可以多次实验以获得不同的电压峰值对应入射角度的三角函数值，按照公式计算出晶面间距，共同求平方之后，进行化简，能够找到各个间距大约的整数比关系。然后，就能推算出晶面的三个系数。（当然这只是理论，具体还是需要实操，但是由于是 3 维的晶体中截取 2 维的面，自由度为 2，其实是理论上可以办到这件事情的，但是难易程度是根据选取的截面决定的）

基础物理实验原始数据记录

实验名称: 微波布拉格衍射
 学生姓名: 陈宇凡 学号: 2021K800926026 地点: 教学楼 715/717
 实验日期: 2022 年 11 月 16 日 成绩评定: 教师签字: 2022.11.16

1. 实验条件确认: 微波频率: 9.4GHz 微波波长: $\lambda = 3.2\text{cm}$

2. 微波实验仪对准确认

角度 ($^{\circ}$)	0	20	-20
电压 (mV)	18.3	8.8	2.8

2. 双缝干涉实验

缝间距 $d = 1.78\text{cm}$

θ ($^{\circ}$)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
U_{max} (mV)	24.8	16.0	7.0	0.8	0.2	0.8	2.6	4.5	6.6
U_{min} (mV)	18	20	22	24	26	28	30	32	34
U_{max} (mV)	14.0	15.9	18.0	21	23.0	25.1	27.2	29.3	31.4
U_{min} (mV)	5.2	5.8	6.4	7.0	7.6	8.2	8.8	9.4	10.0
θ ($^{\circ}$)	36	38	40	42	44	46	48	50	
U_{max} (mV)	3.7	2.6	0.5	0.0	1.6	4.6	4.6	0.5	
U_{min} (mV)	0.3	1.2	3.8	2.9	0.5	0.1	2.1	6.1	

(根据实验数据确定扫描角度, 1° 角间隔)

一级	θ ($^{\circ}$)	16	17	18	19	20	21	22	23	24
极大	U_{max} (mV)	15.5	8.1	13.1	16.6	15.9	12.3	10.8	8.3	5.9
极小	U_{min} (mV)	5.6	9.3	12.8	17.3	19.4	18.4	16.6	10.0	4.5

调节功率 (根据实验数据确定扫描角度, 1° 角间隔)

零级	θ ($^{\circ}$)	4	5	6	7	8	9	10	11	12
极小	U_{min} (mV)	7.0	3.4	0.8	0.6	0.2	0.5	0.8	1.6	1.6
一级	θ ($^{\circ}$)	8	9	10	11	12	13	14	15	16
极小	U_{min} (mV)	2.7	1.9	1.0	0.2	0.0	0.1	0.5	1.1	2.6

调节功率 (根据实验数据确定扫描角度, 1° 角间隔)

一级	θ ($^{\circ}$)	26	27	28	29	30	31	32	33	34
极小	U_{min} (mV)	0.7	0.3	0.1	0.0	0.2	0.3	0.5	1.1	1.8
极小	U_{min} (mV)	11.2	3.6	1.5	0.4	0.2	0.1	0.7	1.9	4.8

3. 微波迈克尔逊干涉实验

(1) 微波实验仪对准确认 (搭建实验装置前)

角度 ($^{\circ}$)	0	20	-20
电压 (mV)	50.7	20.1	20.8

1/3

基础物理实验原始数据记录

实验名称: 微波布拉格衍射
 学生姓名: 陈宇凡 学号: 2021K800926026 地点: 教学楼 715/717
 实验日期: 2022 年 11 月 16 日 成绩评定: 教师签字: 2022.11.16

1. 实验条件确认: 微波频率: 9.4GHz 微波波长: $\lambda = 3.2\text{cm}$

2. 微波实验仪对准确认

角度 ($^{\circ}$)	0	20	-20
电压 (mV)	18.3	8.8	2.8

2. 布拉格衍射实验数据 (100) 晶面

晶面间距 $d = 4.2\text{cm}$

θ ($^{\circ}$)	30	32	34	36	38	40	42	44	46
U (mV)	10.6	11.6	7.1	6.2	14.6	32.1	25.7	2.8	0.04
θ ($^{\circ}$)	48	50	52	54	56	58	60	62	64
U (mV)	26.9	19.5	2.0	4.8	4.9	6.7	43.2	50.5	42.7
θ ($^{\circ}$)	66	68	70	72	74	76	78	80	
U (mV)	121.5	135.2	2.5	7.4	25.7	8.5	1.2	2.8	

(根据实验数据调节功率, 确定扫描角度, 1° 角间隔)

θ ($^{\circ}$)	64	65	66	67	68	69	70	71	72
U (mV)	42.7	121.5	135.2	25.7	24.2	2.5	3.6	7.4	

(3) 布拉格衍射实验数据 (110) 晶面

晶面间距 $d = 2.828\text{cm}$

θ ($^{\circ}$)	30	32	34	36	38	40	42	44	46
U (mV)	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.6	0.8
θ ($^{\circ}$)	48	50	52	54	56	58	60	62	64
U (mV)	1.2	5.8	16.3	18.3	42.2	36.1	4.2	2.8	0.1
θ ($^{\circ}$)	66	68	70	72	74	76	78	80	
U (mV)	0.0	0.0	0.0						

(根据实验数据调节功率, 确定扫描角度, 1° 角间隔)

θ ($^{\circ}$)	52	53	54	55	56	57	58	59	60
U (mV)	16.3	17.8	19.3	26.2	42.2	36.9	36.1	14.1	3.2

选做实验 (1) 微波单缝衍射实验

(1) 微波实验仪对准确认 (加单缝前)

角度 ($^{\circ}$)	0	20	-20
电压 (mV)			

(2) 单缝实验数据

θ ($^{\circ}$)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
U_{max} (mV)									

2/3

	18	20	22	24	26	28	30	32	34
U_{θ} (mV)									
θ (°)	36	38	40						
U_{θ} (mV)									
U_{θ} (mV)									

(增大功率, 根据实验数据在极小值附近细扫, 1°角间隔)

θ (°)									
U_{θ} (mV)									
θ (°)									
U_{θ} (mV)									

选做实验 (2) 微波的偏振实验

(1) 微波实验仪对准确认 ☒

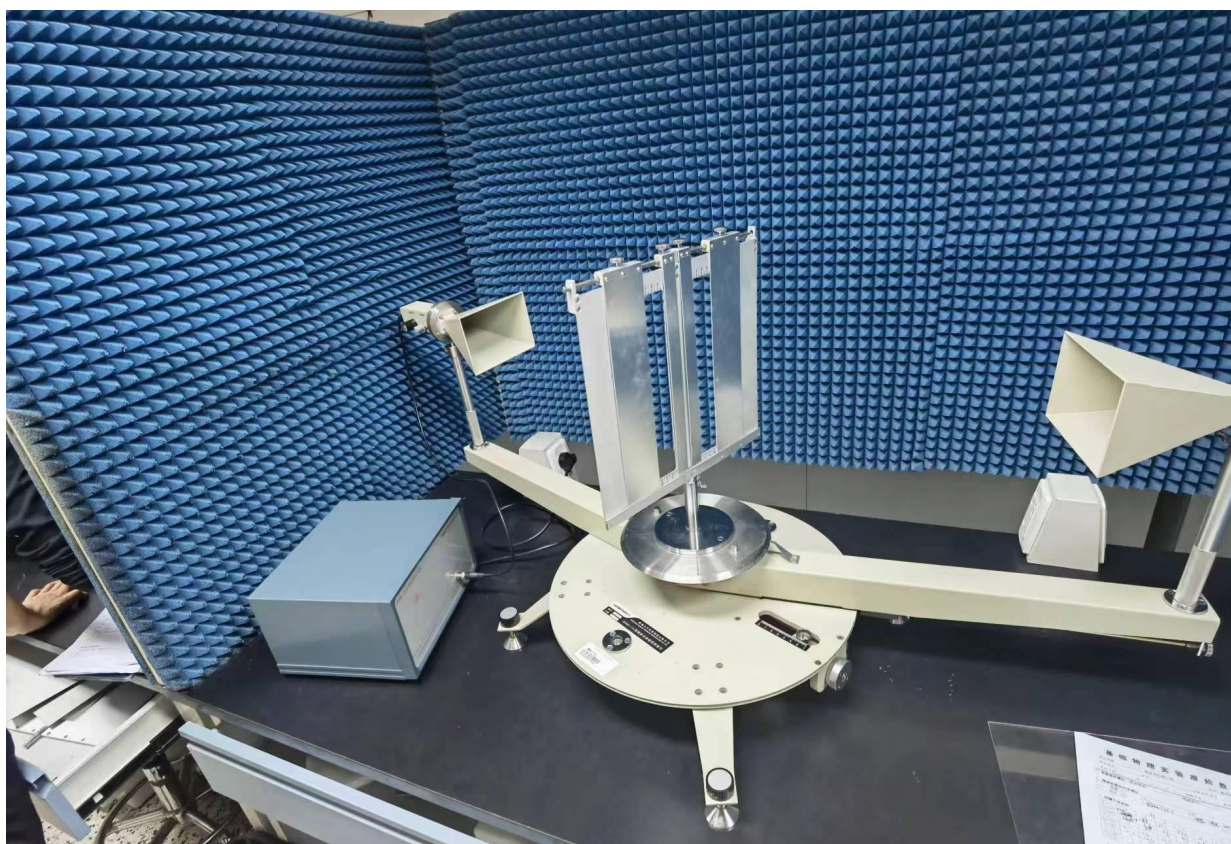
2022.11.16.

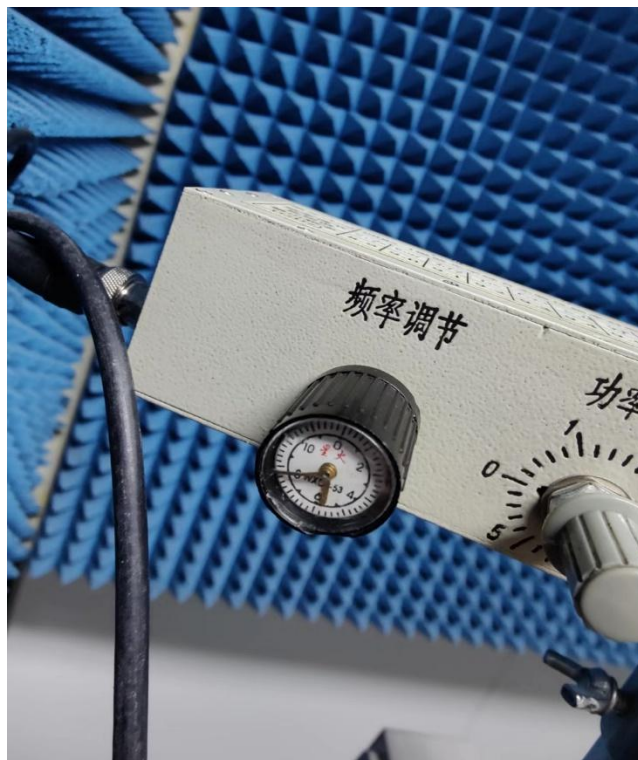
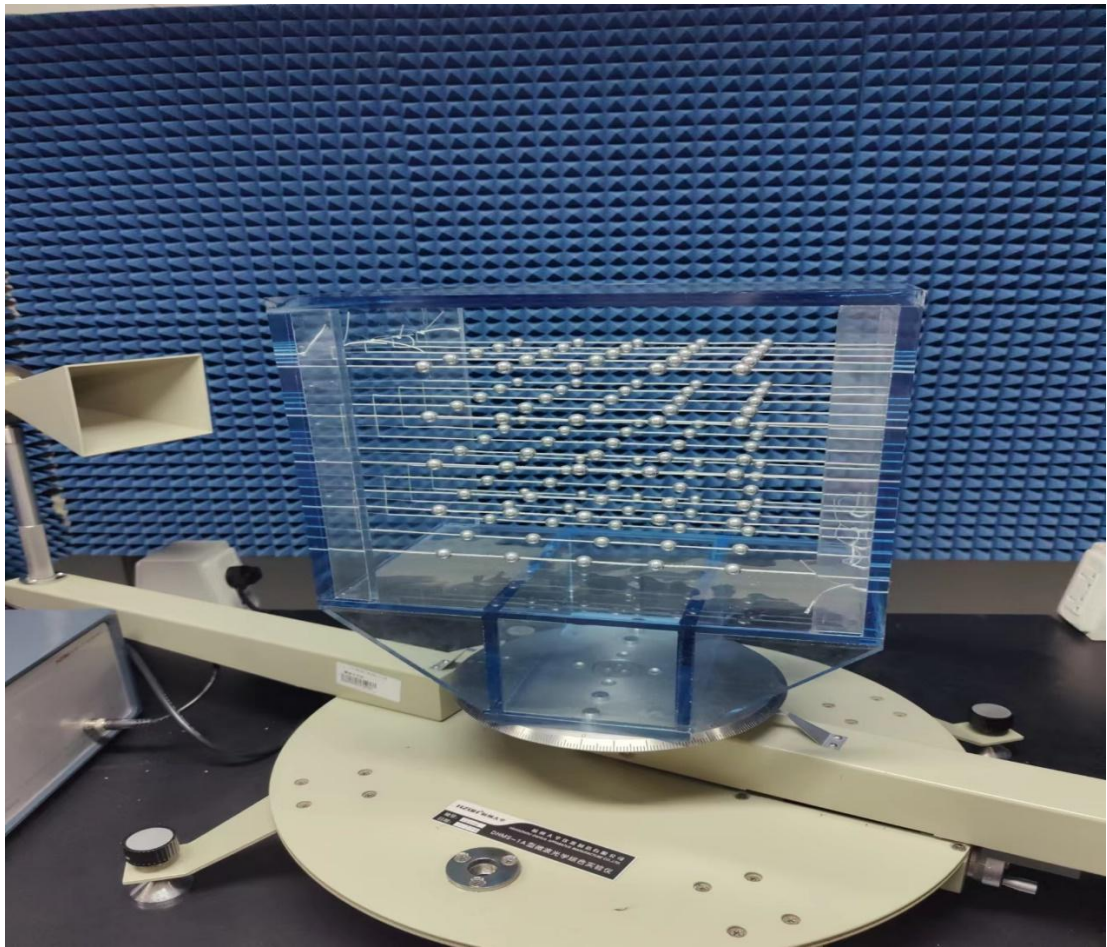
角度 (°)	0	20	-20
电压 (mV)	16.7	27.1	26.5

(2) 偏振实验数据

转角	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
U (mV)	16.7	16.3.7	14.4.3	12.2.6	9.4.1	6.0.2	3.3.5	1.1.3	1.4	0.0

垂直于地面
完全偏振

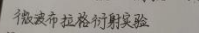
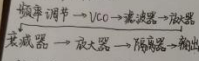




03组
03-48-01
陈宇凡
2021 K8007402
77号

微波布拉格衍射

微波产生原理:



微波布拉格衍射实验

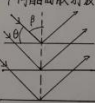
晶面 (100) (110) (111)
晶格常数 a $\frac{a}{\sqrt{2}}$ $\frac{a}{\sqrt{3}}$

对 (n_1, n_2, n_3) 晶面: $d = a / \sqrt{n_1^2 + n_2^2 + n_3^2}$
皆为 10^{-10} m 量级

同一晶面散射波



不同晶面散射波

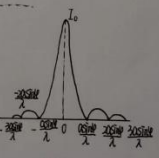
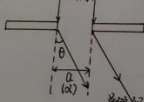


干涉极大: $2d \sin \theta = k\lambda, k=1, 2, \dots$

$\theta + \phi = \frac{\pi}{2}$ 则布拉格条件为:

$2d \cos \phi = k\lambda, k=1, 2, \dots$

微波单缝衍射



$$I = I_0 \cdot \left(\frac{\sin u}{u} \right)^2$$

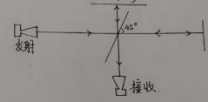
$$u = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$$

a 是单缝宽度, θ 是衍射角, I_0 是极大光强

微波双缝干涉实验

干涉角 $\theta = \arcsin\left(\frac{k\lambda}{2a}\right) \quad k=1, 2, 3, \dots$
衍射角 $\phi = \arcsin\left(\frac{k\lambda}{2a}\right) \quad k=1, 2, \dots$
 a 为双缝宽度, b 为缝间距

微波迈克尔逊干涉仪

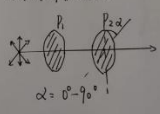


波程差: 极大 $k\lambda$ 极小 $(k+1/2)\lambda$ 极小 \rightarrow 极大 $\pm \lambda$

实验中 $\lambda = \frac{c}{f}$

则共 $(n+1)$ 个极大

微波偏振实验



$$\alpha = \theta - \theta_0$$

$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (\text{Malus 定理})$$