



廣西師範大學  
GUANGXI NORMAL UNIVERSITY

---

# 微波光学综合实验



# 实验摘要

- 微波是种特定波段的电磁波，其波长范围大约为 $1\text{mm} \sim 1\text{m}$ 。与普通电磁波一样，微波也存在反射、折射、干涉、衍射和偏振等现象。但因为其波长、频率和能量具有特殊的量值，微波表现出一系列即不同于普通无线电波，又不同于光波的特点。
- 微波的波长比普通的电磁波要短得多，因此，其发生、辐射、传播与接收器件都有自己的特殊性。它的波长又比X射线和光波长得多，如果用微波来仿真“晶格”衍射，发生明显衍射效应的“晶格”可以放大到宏观的尺度。

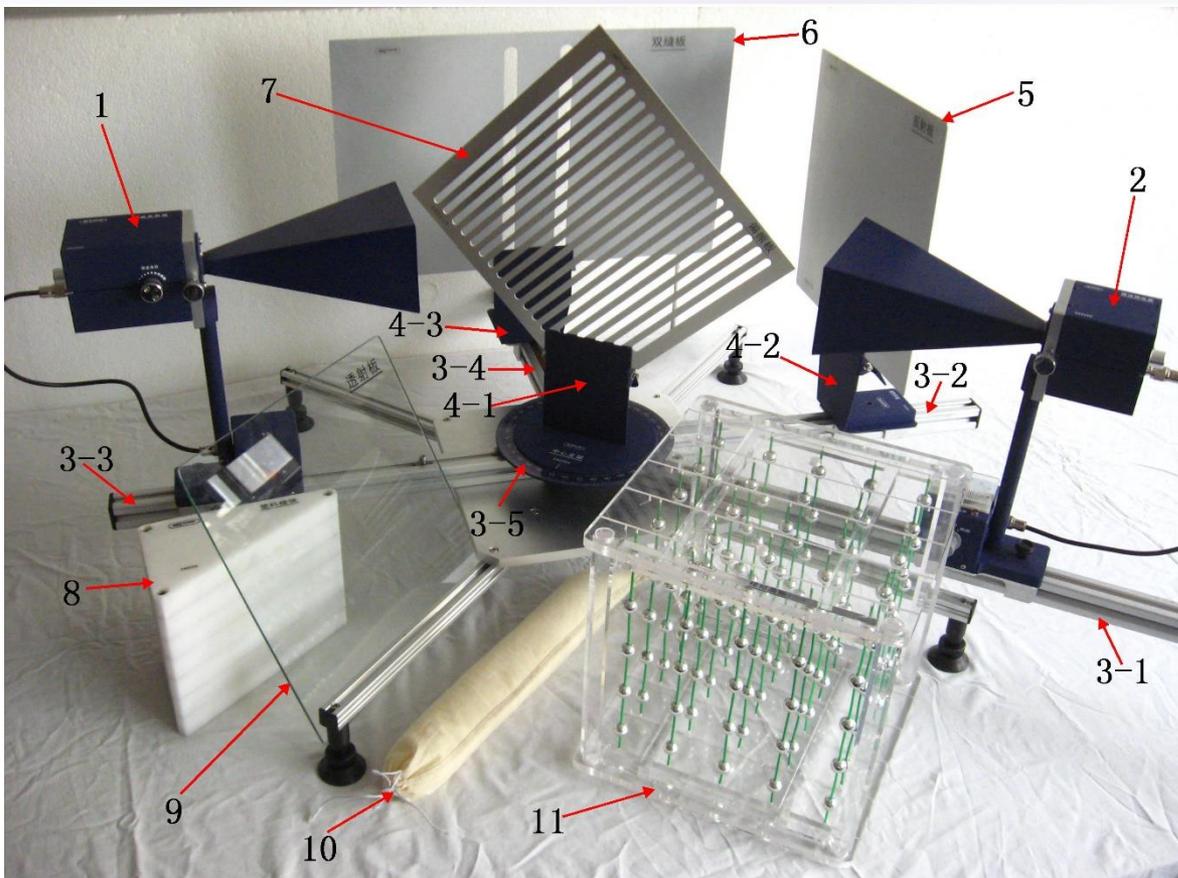


# 一、实验目的

- 了解**微波分光仪的结构**，学会调整它并能用它进行实验；
- 进一步认识电磁波的波动性，测量并验证**双缝干涉，法布里-珀罗干涉及布拉格衍射**的实验规律；
- 学会如何利用实验理论，通过比较理论结果与实验结果得出实验结论的方法。



## 二、仪器介绍



1.发射器组件, 2.接收器组件, 3.平台, 4.支架, 5.反射板, 6.双缝板, 7.偏振板, 8.塑料棱镜, 9.透射板, 10.聚苯乙烯颗粒袋, 11.模拟晶阵。



## 三、实验原理

### 1. 双缝干涉实验

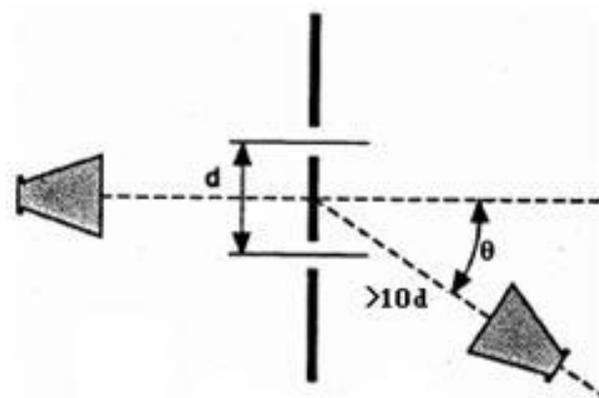
平面微波垂直投射到**双缝的铝板**上时由**惠更斯原理**可知会发生**干涉**现象。当

$$d \sin \theta = \pm \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda, \quad k=0, 1, 2, \dots$$

时为**干涉相消**（强度为极小），当

$$d \sin \theta = k \lambda, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2$$

时为**干涉相长**（强度为极大）。



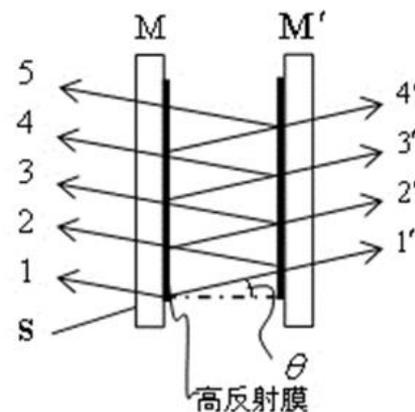
双缝干涉示意图



# 三、实验原理

## 2.法布里-珀罗干涉

- 当电磁波入射到部份反射板（透射板）表面时，入射波将被分割为反射波和透射波。法布里-珀罗干涉在发射波源和接收探测器之间放置了两面相互平行并与轴线垂直的部份反射板。
- 发射器发出的电磁波有部份将在两透射板之间来回反射，同时有一部份波透射出去被探测器接收。若两块透射板之间的距离为 $N\lambda/2$ ，则所有入射到探测器的波都是同相位的，接收器探测到的信号最大。若两块透射板之间的距离不为 $N\lambda/2$ ，则产生相消干涉，信号不为最大。
- 因此，可以通过改变两面透射板之间的距离来计算微波波长，计算公式为：  
$$\Delta d = N \frac{\lambda}{2}$$
 式中的 $\Delta d$ 表示两面透射板改变的距离， $N$ 为出现接



收到信号幅度最大值的次数。



## 三、实验原理

### 3. 布拉格衍射

➤ **晶体**是由**离子、原子、分子**在**三维空间周期性排列**而成。当波束射到晶面上时，相应地每一个晶面都将发生反射。当

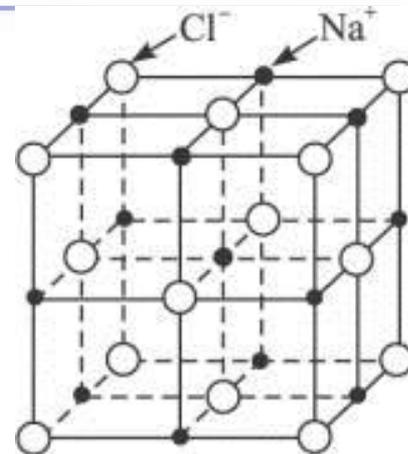
$$2d \sin \theta = k\lambda, k = 0, 1, 2, \dots$$

时，两波同相位，相互加强。上式称为**布拉格公式**。

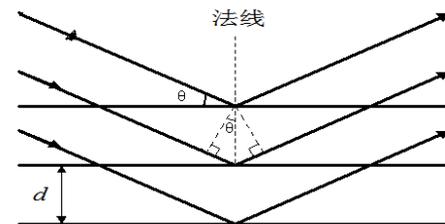
式中**d**为晶面间距，与双缝干涉中的**d**不同， **$\theta$** 为**掠射角**。

由该式可知发生布拉格衍射的条件是

$$\frac{k\lambda}{2d} \leq 1$$



NaCl晶体



晶体的面间干涉



## 四、实验内容与步骤



### 1. 双缝干涉实验

- 如图布置实验仪器，将**发射器**和**接收器**分别安置在**固定臂**和**活动臂**上，发射器和接收器都处于**水平偏振状态**（喇叭宽边与地面平行），初始位置时活动臂刻线与 $180^\circ$  对齐。发射器距离中心平台中心约35cm，接收器到中心平台距离大于650mm。打开电源，电流表调节在合适档位，记录初始位置的电流值。
- **缓慢转动活动支架**，找出**电流表取最大、最小值时对应的角度**并每隔 $5^\circ$ （或其他角度，可自己设定）记录对应电流值于表中，绘制接收电流随转角变化的曲线图，分析实验结果，**计算微波的波长及误差**。

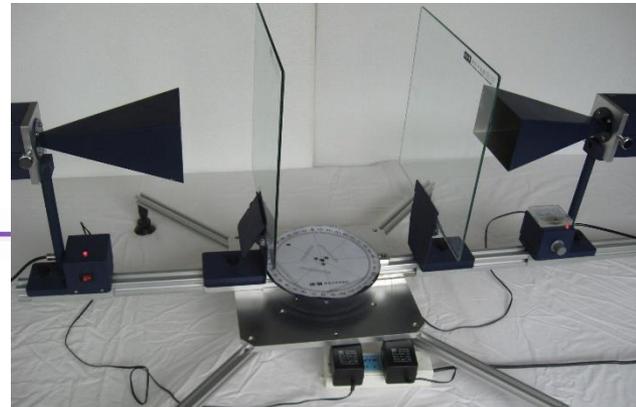
初始条件：接收器距离中心点位置为    mm；顺时针为正，逆时针为负

活动臂转角 ( $^\circ$ )	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
电流值 (uA)											
活动臂转角 ( $^\circ$ )	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
电流值 (uA)											



## 四、实验内容与步骤

### 2.法布里-珀罗干涉实验



- 如图布置实验仪器。接通电源，调节衰减器和电流表档位开关，使**电流表**的显示电流值在**3/4**量程左右。
- 调节两**透射板之间的距离**，使接收到的**信号最强**（电流表读数在不超过满量程的条件下达到最大），记下两透射板之间的距离**d1**。
- 使一面透射板向**远离**另一面透射板的方向移动，直到电流表读数出现**至少十个最小值**并**再次出现最大值**时，记下经过最小值的次数**N**及两透射板之间的距离**d2**。
- 改变两透射板之间的距离，重复以上步骤，记入表中。
- **计算微波的波长λ及误差。**

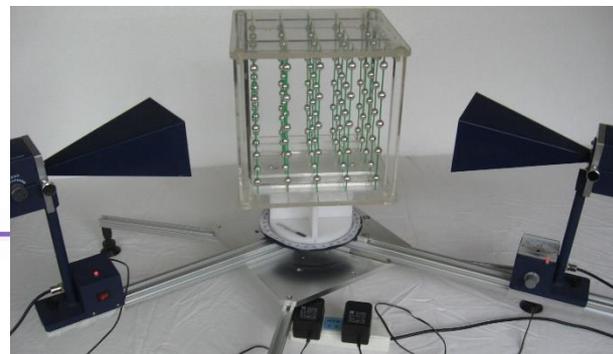
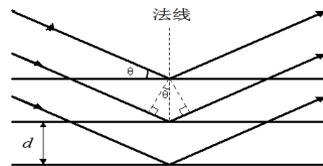
$$\Delta d = N \frac{\lambda}{2}$$

测量次数	d <sub>1</sub> (cm)	d <sub>2</sub> (cm)	$\Delta d =  d_1 - d_2 $	N	λ (cm)	$\bar{\lambda}$ (cm)	与理论值误差
1							绝对误差： 相对误差：
2							
3							
4							
5							



## 四、实验内容与步骤

### 3. 布拉格衍射实验



- ◆ 先让晶体**平行于微波光轴**，即接收器置于 $180^\circ$ 处，晶阵座上的指示线与 $90^\circ$ 对齐，此时的掠射角 $\theta$ 为 $0^\circ$ 。
- ◆ **顺时针旋转晶体**，使掠射角增大到 $20^\circ$ ，**反射方向的掠射角**也对应改变为 $20^\circ$ （此时晶体座对应刻度为 $70^\circ$ ，活动臂中心刻度线对应为同方向 $140^\circ$ ）。调节衰减器强弱及电流表的档位开关，使电流表的显示电流值适中（ $1/2$ 量程，可自行调整），记下该值。
- ◆ 然后**顺时针旋转晶体座 $1^\circ$** （即掠射角增加 $1^\circ$ ），**接收器活动臂顺时针旋转 $2^\circ$** （使反射角等于入射角），记录掠射角角度和对应电流表读数。
- ◆ 作接收信号强度对掠射角的函数曲线，根据曲线找出**极大值**对应的角度。根据布拉格方程计算模拟晶阵的**晶面间距**，并比较测出的**晶面间距与实际间距之间的误差**。

掠射角 $\theta$	$20^\circ$ $\theta$	$21^\circ$ $\theta$	$22^\circ$ $\theta$	..... $\theta$	$68^\circ$ $\theta$	$69^\circ$ $\theta$	$70^\circ$ $\theta$
I (uA) $\theta$	$\theta$	$\theta$	$\theta$	$\theta$	$\theta$	$\theta$	$\theta$



# 作业布置

---

- 根据实验要求完成相应的实验报告撰写。