# 光栅衍射实验

班级：自75 姓名：蔡烨怡 组号：周五晚HH 座位号：6 日期：2019/5/5

## 一、实验目的

（1）进一步熟悉分光计的调整和使用。

（2）学习利用衍射光栅光波波长及光栅常数的原理和方法。

（3）加深理解光栅衍射公式及其成立条件。

## 二、实验原理

**1、测定光栅常数和光波波长**

写出主要原理公式和公式中符号的物理意义；画出相应的光路图

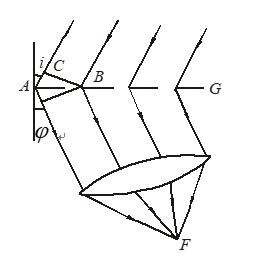


图1 光栅衍射光路图

光栅衍射光路图如图1所示。满足公式：

其中，为光栅常数，也即刻痕之间的距离，为入射角，为出射角，当入射角和出射角为同侧时，上式左边取正，否则上式左边取负。为入射光的波长。

当，即光线正入射时，有：

**2、用最小偏向角法测定光波的波长**

写出主要原理公式和公式中的符号的物理意义；画出相应的光路图

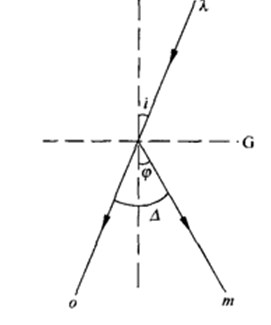


图2 最小偏向角光路图

测量最小偏向角的光路图如图2所示。满足公式：

记 (此时)

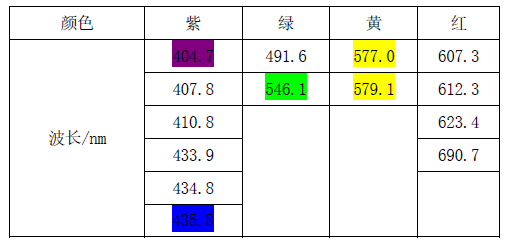
则有

各物理量的含义和上题相同。将称为最小偏向角。

## 三、实验仪器

分光计、光栅、水银灯

水银灯波长如下



## 四、推导正入射时d和的不确定度

约定取值为：

（1）*d*的不确定度

故有：

（2）的不确定度

故有：

## 五、实验任务及数据处理

（1）正入射

（要求测2级或3级谱线，实际实验中取3级），测汞灯波长较长的黄1、波长较短的黄2、546.1纳米的绿色、较亮的蓝紫色光的，求*d*及，计算它们的不确定度，并写出完整的结果表达式。

**实验操作**

（1）调整分光计和光栅满足测量要求。

（2）使光栅平面与平行光管的光轴垂直。具体方法是调节小平台的俯仰角和角度，从自准望远镜中观察叉丝的反射像与分划板的上侧交叉点重合。

（3）测定各谱线的

**数据处理**

实验中得到的数据如下：

光栅编号：6； ； 入射光方向 ； ；m=3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长 | 黄1 | | | 黄2 | | 绿（546.1nm） | | 紫 | |
| 游标 | I | | II | I | II | I | II | I | II |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |

已知绿光波长为,则通过公式

得到

预习报告中已经给出

代入数据得到

故

由于所测的级数和所用光栅的光栅常数不变，故可以得到

故

预习报告中给出

代入数据，得到

故完整的波长表达式为：

（2）、斜入射

（要求测2级谱线），测量波长较短的黄2谱线的，求及其平均值

整理后的实验数据如下：

光栅平面法线方向

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 游标 | 入射光方向 | 入射角 |  | |
|  | I |  |  |  | |
|  | II |  |  |
| 光谱级次m | 游标 | 左衍射光方位 | 衍射角 |  | 同（异）侧 |
| 2 | I |  |  |  | 异 |
| II |  |  |
| 光谱级次m | 游标 | 右衍射光方位 | 衍射角 |  | 同（异）侧 |
| 2 | I |  |  |  | 同 |
| II |  |  |

**数据处理**

根据公式

其中，入射角和衍射角在同侧时取+，异侧时取-。故根据大小关系可知，测得的较小的 为同侧的衍射角，较大的为异侧的衍射角。实验中也可以通过肉眼观察平行光管和自准望眼镜的位置来确定。分别将数据代入同侧和异侧的公式，得到：

相对误差为

——要求，如何调整？

1、调节入射光正入射。调节小平台的俯仰角和角度，从自准望远镜中观察叉丝的反射像与分划板的上侧交叉点重合。

2、记录测试的方位角。

3、通过旋转紧固螺钉，使得内侧游标盘和小平台相对位置保持不动。旋转小平台和内部游标盘，并使游标尺保持不动，直到方位角偏转。并使零级光谱与叉丝重合。记录此时的方位角。

——要求同侧、异侧各测一个。同、异测如何判断？

1、在测量黄光谱线是，可以直接肉眼观察平行光管、小平台和自准望远镜的相对位置。判断同侧或是异侧。

2、也可以通过公式中正负号的区别判断。

等号左边同侧取正，异侧取夫。通过代数关系可以知道，测得的较小角是同侧，较大角是异侧。

（3）用最小偏向角法测定黄1谱线的波长并计算结果。

**实验操作**

1、调节小平台的角度，使得入射角约为。

2、在自准望远镜中找到第二级黄1谱线。旋转小平台，改变入射角，此时能观察到黄1谱线向一个方向移动。继续旋转小平台，直到谱线发生“折返”现象。

3、反复调整小平台，直到定位到黄1谱线的“折返”点。此时入射角和衍射角之和达到最小偏向角。记录此时的方位角。

4、在另一侧重复上述操作。

**数据处理**

整理后的实验数据如下

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 波长 | 579.1nm | |
| m级 | 2 | |
| 游标 | I | II |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  | |
|  |  | |

由

可以得到

相对误差为：

误差分析

这个误差显然不在合理的范围之内。经过和同学的讨论，我觉得实验设计从原理上并没有问题。

我仔细回想了我的实验过程，有可能是这两个方面出现了操作错误。

1、读数。理论上的应该是，和我的测量值相差约43’，一种可能性是我在读游标卡尺时读错了30’。但令人难过的是，即使修增30’，似乎仍然不在合理的误差范围。

2、紧固螺钉没有拧好。因为在实验（2）中，曾经对紧固螺钉做过调整，所以有可能在旋转自准望远镜时，带动了内盘的旋转，导致了不可估计的严重误差。

## 六、实验小结：

1、由于上学期做过分光计实验，所以对分光计有了一些了解。加上实验之前的讲解非常周到全面，上节课在这个位置做实验的同学也做了很好的预调，所以在实验中总体比较顺利。

2、在实验中观察到一个现象：当调节入射光垂直入射时，能观察到两个叉丝的像，上下对称分布。这是因为光栅的前后两个平面分别成像。在校准时，只需要使得任意一个像落在叉丝的上方交点处即可。

3、选作实验中，预调入射角比较重要。因为自准望远镜的视野有限，如果预调差的太远，很难找到最小偏向角。另外一种情况是，弄错了入射角的改变方向，使得偏向角一味增大，这样也是观察不到最小偏向角的。

4、选作的计算结果非常不理想。因为当时没有验算，也就没有重测的机会。希望能够吸取教训，之后能够更加注意操作，对所得到的实验结果也要做一个大概估计，如果不对还可以重做一遍。

5、最后对助教老师课前详尽的讲解表示感谢。