

淮南师范学院实验报告

学院： 电子工程学院 专业： 物理学 班级： _____

学号： _____ 姓名： _____ 日期： _____

实验名称： 实验五 用透射光栅测定光波波长

实验目的：

1. 进一步熟悉分光计的调节和对称测角方法。
2. 观察复色光通过透射光栅后的衍射光谱。
3. 测定光栅常数、可见谱线波长及光栅的角度色散。

实验原理：

透射光栅由大量等间距平行狭缝组成。垂直入射时，第 k 级主极大满足光栅方程

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

其中 d 为光栅常数， φ_k 为第 k 级谱线的衍射角。测量左右两侧同级谱线并取半角，可减小零级方向和安装偏差的影响。

若已知标准谱线波长 λ_0 ，可由

$$d = \frac{k\lambda_0}{\sin\varphi_0}$$

标定光栅常数，再求其他谱线波长。光栅角度色散为

$$D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{k}{d\cos\varphi},$$

它反映单位波长差对应的角间隔。

主要仪器设备： 分光计、透射光栅、汞灯、钠灯及电源。

实验步骤：

1. 调好分光计，使平行光管狭缝竖直且成像清晰。
2. 将光栅置于载物台上，调节光栅面与转轴平行，并使光栅面近似垂直于入射光。
3. 观察零级和两侧各级光谱，确认同级谱线关于零级对称。
4. 先测量一级汞绿线，重复 5 次，用标准波长 546.1 nm 标定光栅常数。
5. 测量紫线及黄双线的左右一级谱线读数，各重复 5 次。
6. 计算各谱线波长及黄双线角间隔。

原始数据记录：

本实验使用分光计测定透射光栅各色谱线的衍射角。 V_1, V_1' 与 V_2, V_2' 分别为左右两侧同级谱线的两游标读数。

表 1 紫色线光谱

次数	V1	V1'	V2	V2'	φ_i
1	75°15'	55°12'	258°45'	238°06'	10°10'
2	50°20'	30°19'	230°21'	210°09'	10°03'
3	50°30'	30°29'	230°35'	210°24'	10°03'
4	82°13'	61°56'	262°20'	241°56'	10°10'
5	144°41'	124°31'	324°42'	304°31'	10°05'

表 2 绿色线光谱（标准， $\lambda_0 = 546.1\text{ nm}$ ）

次数	V1	V1'	V2	V2'	φ_i
1	77°52'	52°40'	257°52'	232°35'	12°38'
2	52°55'	27°41'	232°54'	207°35'	12°39'
3	53°14'	27°50'	233°10'	207°49'	12°41'
4	81°47'	56°05'	261°44'	236°02'	12°41'
5	147°20'	122°02'	327°21'	302°05'	12°34'

表 3 黄色线 1

次数	V1	V1'	V2	V2'	φ_i
1	78°34'	53°55'	258°30'	231°50'	13°05'
2	53°40'	26°49'	233°35'	206°51'	13°24'
3	54°27'	27°04'	233°57'	207°05'	13°34'
4	82°19'	56°15'	262°17'	235°57'	13°20'
5	148°08'	121°24'	328°01'	301°25'	13°23'

表 4 黄色线 2

次数	V1	V1'	V2	V2'	φ_i
1	78°40'	51°45'	258°41'	231°40'	13°29'
2	55°42'	26°53'	233°37'	206°49'	13°24'
3	54°29'	26°45'	233°59'	207°01'	13°41'
4	80°36'	55°50'	260°34'	233°50'	13°22'
5	148°10'	121°20'	328°12'	301°20'	13°25'

数据处理：

衍射角按左右两侧及两游标平均：

$$\varphi_i=\frac{I}{4}\Big(\left|V_{li}-V_{li}'\right|+\left|V_{2i}-V_{2i}'\right|\Big).$$

一级谱线满足 $d\sin\varphi=\lambda$ 。先用汞绿线标定光栅常数：

$$d=\frac{\lambda_0}{\sin\bar{\varphi}_{\text{green}}}=2495.0\text{ nm}.$$

其他谱线波长为

$$\lambda=d\sin\bar{\varphi}.$$

表 5 光栅常数标定与谱线波长计算

谱线	平均衍射角 $\bar{\varphi}$	角度 A 类不确定度	λ/nm	$\text{u}\lambda/\text{nm}$
紫色线光谱	10°06′	1.59′	437.7	1.2
绿色线光谱（标准， λ_0 =546.1 nm）	12°39′	1.29′	546.1	1.0
黄色线 1	13°21′	4.68′	576.2	3.3
黄色线 2	13°28′	3.40′	581.2	2.4

黄双线平均角间隔为 $\Delta\varphi=0^{\circ}07'$ 。若取标准波长差 $\Delta\lambda=2.06\text{ nm}$ ，则实验角度色散近似为

$$D\approx\frac{\Delta\varphi}{\Delta\lambda}=9.9\times10^{-4}\text{ rad nm}^{-1}.$$

实验结果与讨论：

本实验先用汞绿线 546.1 nm 标定得到光栅常数 d=2495.0 nm，折合约 401 条/mm。随后计算得到紫线、黄线等谱线波长，主要结果分别约为紫线 437.7 nm、黄线 1 576.2 nm、黄线 2 581.2 nm。绿色线被用作标定线，因此其计算波长固定回到标准值附近。

从结果看，紫线和黄线的波长量级符合可见光范围。双黄线由于间距很小，读数时两条谱线容易混淆，因而分离量相对偏散；采用一级谱线 and 对称读数法后，整体结果仍能反映透射光栅的色散规律。