

内蒙古工业大学物理实验报告

姓名	杨昊泽	班级	材20-2	教师签字	
学号	202010401061	组别		成绩	
日期	2021.12.24	题目	分光计的调整及应用		

[实验目的]

1. 了解分光计的工作原理, 掌握其调整方法
2. 学会使用分光计和光栅测定光谱的波长

[实验仪器]

分光计, 汞灯, 透射光栅

[实验步骤]

一. 测汞光谱的谱线波长

1. 调整分光计
2. 在平台上放置光栅
3. 调整光栅使其狭缝与分光计中心轴平行, 绕分光计的竖直中心轴转动望远镜, 观察谱线分布情况, 调节平台下螺钉
4. 测量, 从左向右测谱线角坐标, 记录数据. 注意避免回程误差

三. 最小偏向角法测汞光谱的谱线波长

若将平行光与光栅法线成 i 角斜射在光栅上, 光栅衍射明纹满足如下关系

$$(a+b)(\sin \theta_k \pm \sin i) = k\lambda, \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

入射光与衍射光在光栅法线同侧时:

$$(a+b)(\sin \theta_k \pm \sin i) = k\lambda$$

偏向角 $\Delta = \theta + i$

当 $\theta = i$ 时, Δ 为最小值, 记作 δ , 最小偏向角此时, $\theta = i = \frac{1}{2}\delta$

二. 数据处理

1. 用以下公式计算

$$\theta_{1A} \text{ 与 } \theta_{1B}$$

$$\theta_{1A} = \frac{|\theta_{1A} - \theta_{1B}|}{2}$$

$$\theta_{1B} = \frac{|\theta_{1B} - \theta_{1C}|}{2}$$

$$\text{取平均值}$$

$$\theta_1 = \frac{\theta_{1A} + \theta_{1B}}{2}$$

待测波长:

$$\lambda = \frac{1}{N} \sin \theta_1$$

计算各谱线波长

2. 波长的相对不确定度传播规律

$$\frac{u_\lambda}{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{u_N}{N}\right)^2 + u_{\theta}^2 \cot^2 \theta}$$

计算波长不确定度

[实验原理概述]

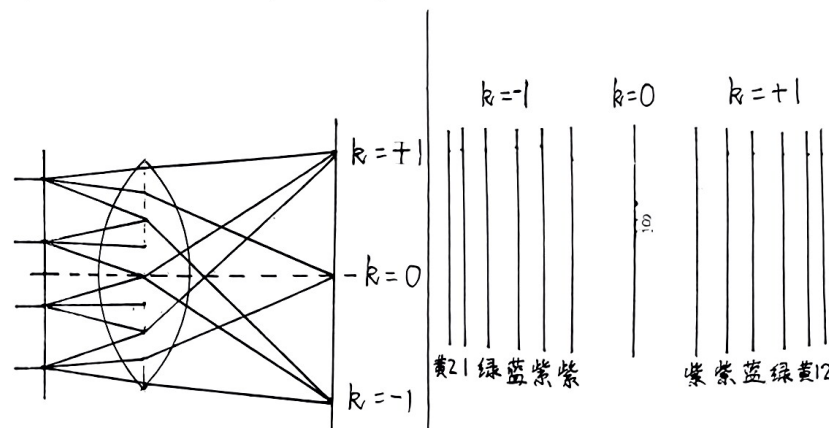
光栅分为透射光栅和反射光栅, 本实验使用透射光栅。

若将平行光垂直照射在光栅上, 光栅衍射明纹的条件是衍射角 θ 必须满足下列关系:

$$(a+b) \sin \theta_k = k\lambda, \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

式中 $a+b$ 称为光栅常量, $a+b = \frac{1}{N}$, N 为每毫米上狭缝数目, λ 为入射光波长, k 为谱线级数, θ_k 为 k 级谱线对应的衍射角. 若已知 N , 并测出衍射角 θ_k , 即可求得波长 λ .

若入射光为几种不同波长的光, 则由光栅方程可知, 除中央明条纹相互重叠外, 其他每一级谱线都因对应衍射角不同而相互分开. 本实验汞光灯发出 6 种不同波长的可见光, 其中有紫、绿、黄 1、黄 2 四条强线, 另一紫是中强线, 蓝是弱线。



透射光栅光路示意图

$$\text{因此有 } 2(a+b) \sin \frac{\delta}{2} = k\lambda$$

若已知光栅常量 $a+b$, 测出最小偏向角 δ , 便可计算波长 λ .

用最小偏向角法测量汞光谱的谱线波长

[实验数据记录]								
汞谱线	分光计读数			ϑ_{1A} 或 ϑ_{1B}	ϑ_1	λ/nm	标准波长 λ_s/nm	相对误差
	游标	ϑ_{-1}	ϑ_{+1}					
黄 2	A	274°60'	254°15'	10°22.5'	10°24'	601.73	579.07	3.9%
	B	95°6'	74°16'	10°25'				
黄 1	A	274°45'	254°14'	10°15.5'	10°15.5'	593.62	576.96	2.9%
	B	94°46'	74°15'	10°15.5'				
绿	A	274°26'	254°30'	9°58'	9°57'	575.72	546.07	5.4%
	B	94°28'	74°37'	9°56'				
紫	A	272°30'	256°25'	8°2.5'	8°2.5'	466.31	435.83	7.0%
	B	92°35'	76°30'	8°2.5'				

3. 绿

$$\vartheta_{1A} = \frac{1}{2} |\vartheta_{+1A} - \vartheta_{-1A}| = 9^\circ 58'$$

$$\vartheta_{1B} = \frac{1}{2} |\vartheta_{+1B} - \vartheta_{-1B}| = 9^\circ 56'$$

$$\vartheta_1 = \frac{1}{2} (\vartheta_{1A} + \vartheta_{1B}) = 9^\circ 57'$$

$$\lambda = \frac{1}{N} \sin \vartheta_1 = 575.2 \text{ nm}$$

$$E = |\lambda_s - \lambda| / \lambda_s = 5.4\%$$

4. 紫

$$\vartheta_{1A} = \frac{1}{2} |\vartheta_{+1A} - \vartheta_{-1A}| = 8^\circ 2.5'$$

$$\vartheta_{1B} = \frac{1}{2} |\vartheta_{+1B} - \vartheta_{-1B}| = 8^\circ 2.5'$$

$$\vartheta_1 = \frac{1}{2} (\vartheta_{1A} + \vartheta_{1B}) = 8^\circ 2.5'$$

$$\lambda = \frac{1}{N} \sin \vartheta_1 = 466.31 \text{ nm}$$

$$E = |\lambda_s - \lambda| / \lambda_s = 7.0\%$$

思考题

1. 先使平行光管与望远镜共线, 再使光栅垂直望远镜

2. 反射像均偏下或偏上

3. 反射像颠倒

4. 测出 ϑ_1 , 用已知波长的光的波长代入公式计算光栅常数

[数据处理及结果表达]

1. 黄 2

$$\vartheta_{1A} = \frac{|\vartheta_{+1A} - \vartheta_{-1A}|}{2} = 10^\circ 22.5'$$

$$\vartheta_{1B} = \frac{|\vartheta_{+1B} - \vartheta_{-1B}|}{2} = 10^\circ 25'$$

$$\vartheta_1 = \frac{\vartheta_{1A} + \vartheta_{1B}}{2} = 10^\circ 24'$$

$$\lambda = \frac{1}{N} \sin \vartheta_1 = 601.73 \text{ nm}$$

$$E = \frac{|\lambda_s - \lambda|}{\lambda_s} = 3.9\%$$

2. 黄 1

$$\vartheta_{1A} = \frac{1}{2} |\vartheta_{+1A} - \vartheta_{-1A}| = 10^\circ 15.5'$$

$$\vartheta_{1B} = \frac{1}{2} |\vartheta_{+1B} - \vartheta_{-1B}| = 10^\circ 15.5'$$

$$\vartheta_1 = \frac{1}{2} (\vartheta_{1A} + \vartheta_{1B}) = 10^\circ 15.5'$$

$$\lambda = \frac{1}{N} \sin \vartheta_1 = 593.62 \text{ nm}$$

$$E = |\lambda_s - \lambda| / \lambda_s = 2.9\%$$

实验心得]

1. 实验时要注意力集中, 否则会观察到模糊的像

2. 读数要精确, 不放过 1 分的角度

3. 注意分与度的转换关系并不是十进制

4. 光学仪器要擦拭干净, 以免影响实验

说明: 实验报告共 50 分。其中前实验目的、实验仪器和实验步骤共 5 分, 这三项要求课前完成; 实验原理概述 15 分 (课后完成); 数据记录 5 分 (课上完成); 数据处理及结果表达 10 分 (课后完成); 思考题 5 分 (课后完成); 实验心得 5 分 (课后完成); 报告整洁度 5 分。上课迟到扣 10 分, 未按时交实验报告扣 10 分, 补做实验扣 10 分。每人必须准备一个“原始实验数据记录本”, 实验数据首先记录于此, 经教师检查确定后再誊抄到实验报告上, 无“原始实验数据记录本”扣 20 分。