

分光计的调节及三棱镜色散曲线的测定-实验报告

姓名：夏弘宇 学号：2023011004 实验日期：20241022 实验组/台号：M11

【实验目的】

- 1. 了解分光计的原理与构造，学会调节分光计；
- 2. 用最小偏向角法测定玻璃的折射率；
- 3. 掌握三棱镜顶角的两种测量方法。

【实验仪器】

分光计，平面反射镜（双反镜），玻璃三棱镜，汞灯、氦光谱管及其电源。

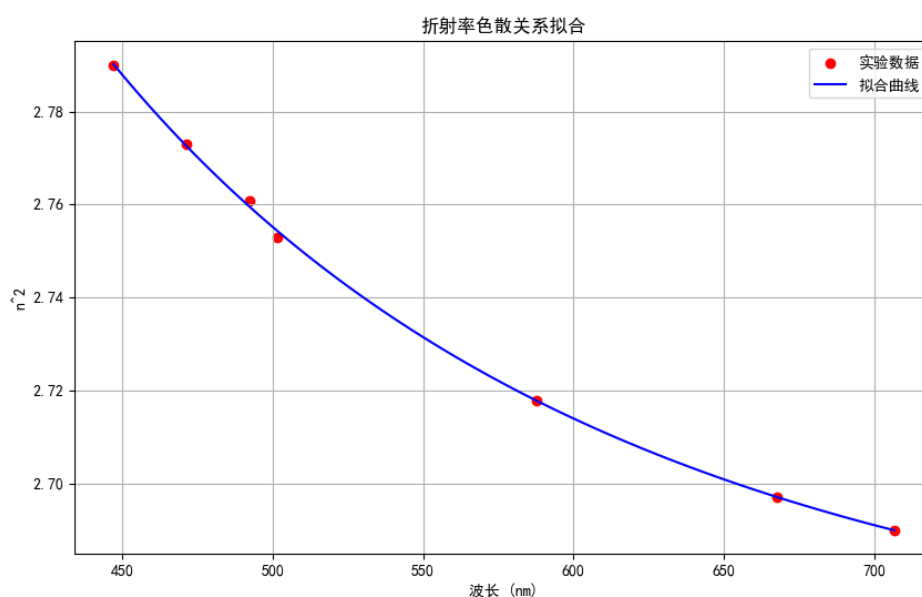
【数据处理】

氦谱线 波长(nm)	ϕ_I	ϕ_{II}	$\delta_1 = \phi_I - \phi_{10}$	$\delta_2 = \phi_{II} - \phi_{10}$	$\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$	$\frac{A + \delta}{2}$	$n = \sin \frac{A + \delta}{2} / \sin \frac{A}{2}$
447.1	180°36'	0°34'	53°16'	53°16'	53°16'	56°38'	1.6703
471.3	181°8'	1°6'	52°44'	52°44'	52°44'	56°22'	1.6652
492.2	181°30'	1°28'	52°22'	52°22'	52°22'	56°11'	1.6616
501.6	181°45'	1°43'	52°7'	52°7'	52°7'	56°3.5'	1.6592
587.6	182°50'	2°48'	51°2'	51°2'	51°2'	55°31'	1.6486
667.8	183°28'	3°26'	50°24'	50°24'	50°24'	55°12'	1.6423
706.6	183°41'	3°39'	50°11'	50°11'	50°11'	55°5.5'	1.6401

其余数据见原始数据记录。不难看出，波长越短的光，折射率越大。

为得出计算折射本领所需的折射率数据，需要先根据上述实验点绘制色散曲线，更精确地，可以先计算经验公式，再代入数值。

经验公式形式为 $n^2 = A_0 + A_1 \lambda^2 + A_2 \lambda^{-2} + A_3 \lambda^{-4} + A_4 \lambda^{-6} + A_5 \lambda^{-8}$ ，计算机线性回归得到 $A_0 = 2.602153e+00$, $A_1 = 2.988829e-08$, $A_2 = 3.639006e+04$, $A_3 = 3.723476e-01$, $A_4 = 2.632152e-06$, $A_5 = 1.602387e-11$ 。拟合曲线如下



将所需波长数值 $\lambda_C = 656.3\text{nm}$, $\lambda_D = 589.3\text{nm}$, $\lambda_F = 486.1\text{nm}$ 代入, 得到, 折射率 $n_C = 1.6430$, $n_D = 1.6484$, $n_F = 1.6623$ 。代入公式, 计算得色散本

$$\text{领} V = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1} = \frac{1.6623 - 1.6430}{1.6484 - 1} = 0.0297656。$$

【实验总结】

实验结果见数据处理部分。本实验预处理过程较为繁杂, 需要注意拿取光学元件时只能接触磨砂面, 需要有序操作各个螺钉; 读数时为消除偏心差, 需要采用两个相差 180 度的窗口读数。

实验中我遇到了一些问题: 比如在目镜中看不到十字, 经助教指导发现可以先用肉眼在平面镜中观测, 再在同样的方位用目镜观测, 就能快速调节; 比如在调整好仪器之后观测不到谱线, 经助教指导发现是光线过弱, 调节了氦光谱管高度后, 发现谱线变亮了。

作为光学实验, 该实验误差应该较小, 1.67 左右的折射率非常接近一般玻璃的折射率, 拟合曲线也能非常好地拟合数据点。

最后感谢助教学姐的悉心指导!

【思考题】

1. 当转动载物台 180° 反复调节使望远镜光轴垂直于分光计主轴时, 载物台是

否也同时调好到垂直于主轴了？为什么？

小平台不一定调好到垂直于主轴。首先，平面镜与小平台接触面不一定与平面镜法线平行；平面镜法线垂直于主轴后，当平台绕平面镜法线发生偏转时，并不影响平面镜法线与主轴垂直关系。

2. 根据本实验的原理怎样测量光波波长？

- 用分光计测出三棱镜对该光的最小偏向角 δ ；
- 利用自准法测量三棱镜顶角 A ；
- 利用公式 $n_0 = \sin \frac{A + \delta}{2} / \sin \frac{A}{2}$ ，计算折射率 n_0 ；

• 利用绘制出的色散曲线，在曲线上找到纵坐标为 n_0 的点，该点横坐标即为光波长的测量值。另外，也可以将 n_0 代入经验公式，解出 λ 即为的光波长的测量值。

3. 试画出光路图进行分析，为什么望远镜光轴与平面镜法线平行时，在目镜内应看到“+”形反射像的中心与“ \neq ”形刻划线的上方交点相重合？

• 从光路图中可以看出，由对称性，光路在分划板上的交点 B 与十字真实位置 A 对称，而 A 在下侧，因此反射像中心就在上侧了。

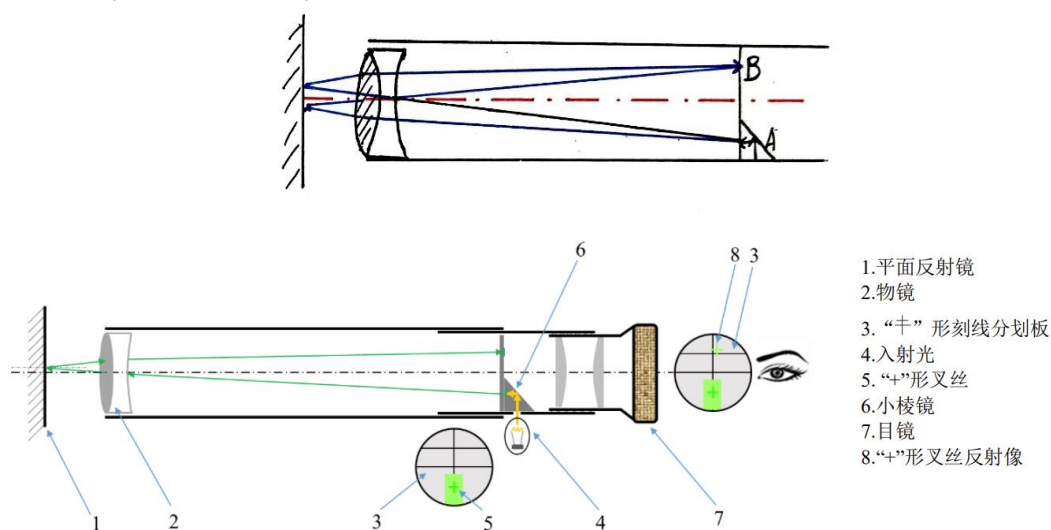


图2 自准直望远镜结构及光路示意图

【原始数据记录】

分光计调节及三棱镜色散测定实验数据记录

姓名: 夏子宇 学号 20230110046 实验组号: M 实验台号: 11 实验日期: 2024.02.21

1. 三棱镜顶角 (自准直法)

	左游标 I	右游标 II
第一位置 T_1	$295^{\circ}37'$	$115^{\circ}35'$
第二位置 T_2	$175^{\circ}37'$	$355^{\circ}35'$
$\phi = T_1 - T_2 $	$120^{\circ}0'$	$120^{\circ}0'$
$\phi = \frac{1}{2}(\phi_1 + \phi_2)$	$120^{\circ}0'$	

*若望远镜由位置 T_1 到 T_2 时经过了 0° 刻线, 则: $\phi_1 = 360^{\circ} - |T_1 - T_2|$
 $A = 60^{\circ}0'$

2. 最小偏向角测三棱镜折射率

三棱镜编号 23, 入射光方位 $\phi_0 = 233^{\circ}52'$, $\phi_{10} = 53^{\circ}50'$

氢谱线 波长(nm)	ϕ	ϕ_1	$\delta_1 = \phi - \phi_1 $	$\delta_2 = \phi_1 - \phi_{10} $	$\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$	$\frac{A + \delta}{2}$	$n = \sin \frac{A + \delta}{2} / \sin \frac{A}{2}$
447.1	$180^{\circ}36'$	$34'$	$+53^{\circ}16'$	$+53^{\circ}16'$	$+53^{\circ}16'$	$3^{\circ}27'56''$	1.6703
471.3	$181^{\circ}8'$	$1^{\circ}6'$	$+52^{\circ}44'$	$+52^{\circ}44'$	$+52^{\circ}44'$	$3^{\circ}38'56''$	1.6652
492.2	$181^{\circ}30'$	$1^{\circ}28'$	$+52^{\circ}22'$	$+52^{\circ}22'$	$+52^{\circ}22'$	$3^{\circ}47'51''$	1.6616
501.6	$181^{\circ}45'$	$1^{\circ}43'$	$+52^{\circ}7'$	$+52^{\circ}7'$	$+52^{\circ}7'$	$3^{\circ}56'53''$	1.6592
587.6	$182^{\circ}50'$	$2^{\circ}48'$	$+51^{\circ}2'$	$+51^{\circ}2'$	$+51^{\circ}2'$	$4^{\circ}2'55''$	1.6488
667.8	$183^{\circ}28'$	$3^{\circ}26'$	$+50^{\circ}24'$	$+50^{\circ}24'$	$+50^{\circ}24'$	$4^{\circ}13'52''$	1.6423
706.6	$183^{\circ}41'$	$3^{\circ}39'$	$+50^{\circ}11'$	$+50^{\circ}11'$	$+50^{\circ}11'$	$4^{\circ}24'3''$	1.6401

表中脚标 I、II 分别表示左、右游标。

$53^{\circ}51'10''$

许洛沐