

## 用小型棱镜摄谱仪测量光波波长

不同元素的原子结构是不相同的，因而受激发后所辐射的光波具有不同的波长，也就是有不同的发射光谱。通过对发射光谱的测量和分析，可确定物质的元素成分，这种分析方法称为光谱分析。通过光谱分析，不仅可以定性地分析物质的组成，还可以定量地确定待测物质所含各种元素的多少。发射光谱分析常用摄谱仪进行。

### 实验目的：

1. 了解棱镜摄谱仪的构造原理。
2. 掌握棱镜摄谱仪的调节方法和摄谱技术。
3. 学会用照相机测定某一光谱线的波长。

### 实验仪器：

小型棱镜摄谱仪、光源(汞灯、钠灯、激光器)、读数显微镜

### 实验原理：

#### 1、光谱和物质结构的关系：

每种物质的原子都有自己的能级结构，原子通常处于基态，当受到外部激励后，可由基态迁到能量较高的激发态。由于激发态的不稳定，处于高能级的原子很快就返回基态，此时发射出一定能量的光子的波长（或频率）由对应两能级之间的能量差  $\Delta E_i$  决定。 $\Delta E_i = E_i - E_0$ ,  $E_i$  和  $E_0$  分别表示原子处于对应的激发态和基态的能量。即

$$\Delta E_i = h\nu_i = hc/\lambda_i \quad \text{或} \quad \lambda_i = hc/\Delta E_i$$

式中,  $i = 1, 2, 3, \dots$ ,  $h$  为普朗克常数,  $c$  为光速。

#### 2、小型棱镜摄谱仪的基本光路：

狭缝  $S_1$  和准直镜(平行光管)  $L_1$  组成准直系统, 将待测光先行会聚到狭缝上, 以增加光强; 棱镜  $P$  作为色散元件, 把投射到第一折射面的不同波长的平行光, 经折射后分成沿不同方向的平行光(因为物质的折射率因波长而变); 照相物镜  $L_2$  和焦平面  $F$  处的记录材料组成光谱的接收系统。由于物镜  $L_2$  将不同方向的平行光依次会聚在焦平面上。故形成光谱, 为使整个光谱都清晰, 焦平面  $F$  的方位必须细心调节。

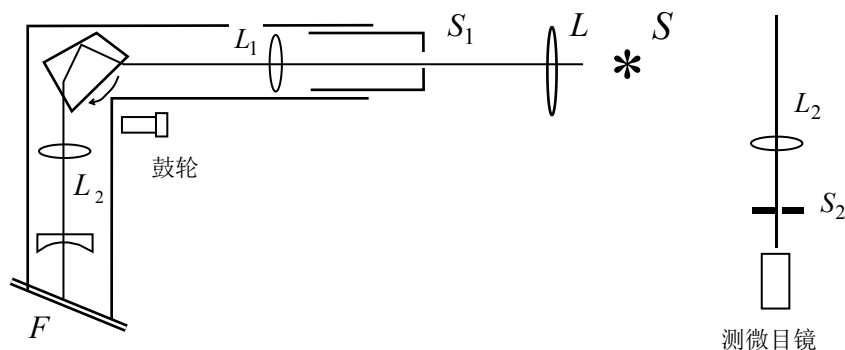


图1 棱镜摄谱仪的基本光路

#### 3、棱镜摄谱仪的构造

##### (1) 准直管

准直管由狭缝 S1 和透镜 L1 组成。S1 位于 L1 的物方焦平面上。被分析物质发出的光射入狭缝，经透镜 L1 后就成为平行光。实际使用中，为了使光源 S 射出光在 S1 上具有较大的照度，在光源与狭缝之间放置会聚透镜 L，使光束会聚在狭缝上。

### (2) 棱镜部分

主要是一个(或几个)棱镜 P，利用棱镜的色散作用，将不同波长的平行光分解成不同方向的平行光。

### (3) 读谱装置

包括测微目镜，使目镜水平方向左右移动的手轮、丝杠、滑块、导轨和支架，还包括读出目镜位置值用的标尺和 100 分度及手轮刻度，手轮转一圈平移 1mm，每分度 0.01mm，要求估读到 0.1 分度。测微目镜内的叉丝用以对准被测谱线中心。

## 4、线性插入法求待测波长

这是一种近似的测量波长的方法。一般情况下，棱镜是非线性色散元件，但是在一个教小的波长范围内(约几个 nm 内)，可以认为色散是均匀的，即谱线在底线上的位置和波长有线性关系，如波长为  $\lambda_x$  的待测谱线位于已知波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  谱线之间，如图所示，它们在底片上的位置可用读数显微镜测出，如用和分别表示谱线  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  的间距及  $\lambda_1$  和  $\lambda_x$  的间距，那么待测谱线波长为：

$$\lambda_x = \lambda_1 + \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{d} x \quad (a)$$



如波长为  $\lambda_x$  的待测谱线位于已知波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  谱线之外，如图所示，它们在底片上的位置可用读数显微镜测出，如用和分别表示谱线  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  的间距及  $\lambda_1$  和  $\lambda_x$  的间距，那么待测谱线波长为：

$$\lambda_x = \lambda_1 + \frac{(\lambda_1 - \lambda_2) \times x}{d - x} \quad (b)$$

### 实验内容及步骤:

1. 将汞灯光源和聚光镜 L 置于仪器准直系统的光轴上，使光源发出的光束聚集到入射狭缝出，使光谱接收处能看到明亮的谱线；
2. 将看谱管装置装好，将鼓轮调节到（中心波长 435.8nm）43.58 上
3. 调节入射狭缝宽度（0.1mm 左右）使谱线最清晰，通过看谱线管观察汞灯的 435.8nm（蓝）谱线，是否和看谱管视场内中心指针对齐。如果 435.8nm（蓝）谱线与看谱线视场中心指针不对齐，就要调整。一般实验前已经调好不用再调节，如果误差太大。再进行调节；
4. 把激光器放置于低压汞灯后面，保证激光器、低压汞灯、平行光管在同一条直线上；
5. 调节激光、汞灯光源，使光源发出的光束聚集到入射狭缝上；
6. 用看谱管浏览激光光谱，找出已知谱线和待测谱线，在光谱中所在的位置；
7. 将鼓轮调至 43.58 刻度上，换上读谱装置准备测量；
8. 调节测微目镜左右移动的手轮，找出已知谱线和待测谱线，在光谱中所处的位置；
9. 用测微目镜位置主标尺和 100 分度手轮刻度副标尺，测量出已知谱线和待测谱线之间的距离  $d$ 、 $x$ ，并记录。