

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 ΔE_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。

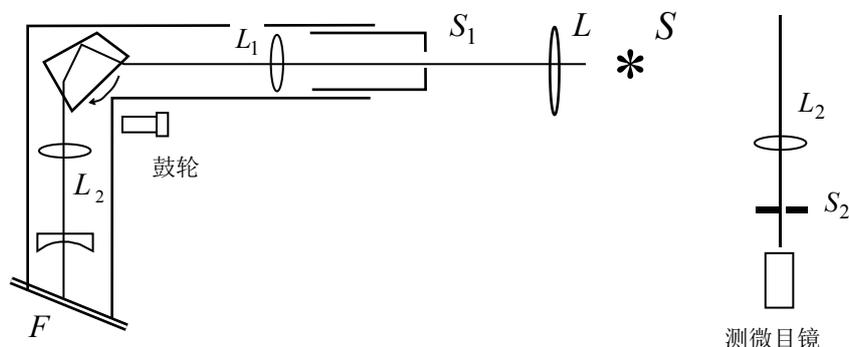


图1 棱镜摄谱仪的基本光路

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 λ_x 的待测谱线位于已知波长 λ_1 和 λ_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 λ_1 和 λ_2 的间距及 λ_1 和 λ_x 的间距，那么待测谱线波长为：

$$\lambda_x = \lambda_1 + \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{d} x \tag{a}$$



如波长为 λ_x 的待测谱线位于已知波长 λ_1 和 λ_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 λ_1 和 λ_2 的间距及 λ_1 和 λ_x 的间距，那么待测谱线波长为：

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

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。