

实验 2 光栅常数的测量

光栅（又称为衍射光栅）是一种分光用的光学元件，已广泛应用在单色仪、摄谱仪等光学光谱分析仪器中。随着现代技术的发展，它在计量、无线电、天文、光通信、光信息处理等许多领域中都有重要的应用。光栅是根据多缝衍射原理制成的一种分光元件。它与同为分光元件的三棱镜相比，能给出较宽的匀排光谱，且谱线狭窄、清晰、易于准确测定。

【实验原理】

光栅在结构上有平面光栅、阶梯光栅和凹面光栅等几种，同时又可分为透射式和反射式两类。本实验采用的是平面透射光栅，是一组数目极多的等宽、等间距的平行狭缝，如图 1 所示。

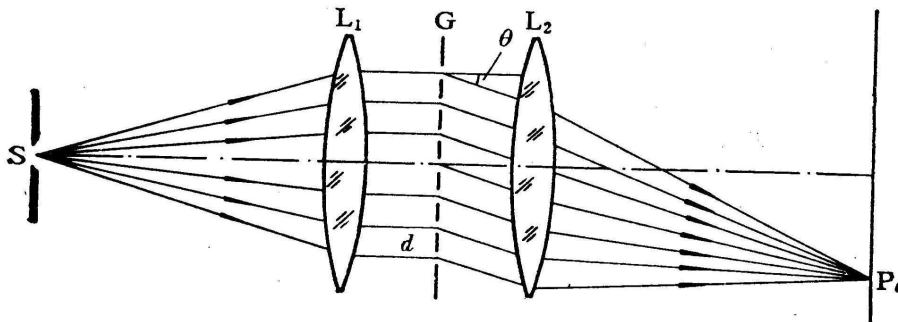


图 1

狭缝光源 S 位于透镜 L1 的物方焦平面上，G 为光栅，光栅上相邻狭缝间距 d ，狭缝缝宽 a ，缝间不透光部分宽为 b ， $d=a+b$ 称为光栅常数。本实验所用的全息光栅，则是用全息技术使一系列极密、等距的干涉条纹在涂有乳胶的玻璃片上感光，经处理后，感光的部分成为不透明的条纹，而未感光的部分成透光的狭缝。每相邻狭缝间的距离 d 就是光栅常数 d ，如图 2 所示。

如图 1 所示，自 L1 射出的平行光垂直照射在光栅 G 上。透镜 L2 将与光栅法线成 θ 角的衍射光会聚于其象方焦面上的 P 点，产生衍射亮条纹的条件为：

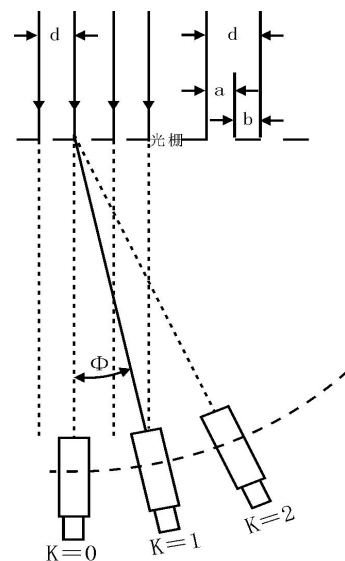


图 2

$$d \sin \theta = K \lambda \quad (1)$$

上式称为光栅方程，式中 θ 是衍射角， λ 是光波波长， K 为条纹级数 ($K=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)，衍射亮条纹实际上是光源狭缝的衍射像，是一条细锐的亮线。当 $K=0$ 时，在 $\theta=0$ 的方向上，各种波长的亮线重叠在一起，形成明亮的零级像。对于 K 的其它数值，不同波长的亮线出现在不同的方向上形成光谱，对称地分布在零级条纹的两侧。因此，若光栅常数 d 已知，测出某谱线的衍射角 θ 和光谱级 K ，则可由(1)式求出该谱线的波长 λ ；反之如果波长 λ 是已知的，则可求出光栅常数 d 。

【实验内容】

1. 调整好分光计，使得：

- (1) 望远镜调焦无穷远。
- (2) 望远镜、准直管主轴均垂直于仪器主轴。
- (3) 准直管(平行光管)发出平行光。

2. 光栅位置的调节

- (1) 根据前述原理的要求，光栅平面应调节到垂直于入射光。
 - (2) 根据衍射角测量的要求，光栅衍射面应调节到和观测面度盘平面一致。
- 当分光计的调节完成后，方可进行这部分调节。

首先，使望远镜对准平行光管，从望远镜中观察被照亮的平行光管狭缝的像，使其和叉丝的竖直线重合，固定望远镜，然后参照图 3 放置光栅，点亮目镜叉丝照明灯（移开或关闭狭缝照明灯），左右转动载物平台，看到反射的“绿十字”，调节平台螺钉 b_2 或 b_3 ，使绿十字和目镜中的调整叉丝重合，这是光栅面已垂直于入射光。

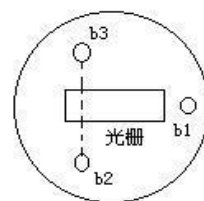


图 3

用汞灯照亮平行光管的狭缝，转动望远镜，观察光谱，如果左右两侧的光谱线相对于目镜中叉丝的水平线高低不等，说明光栅的衍射面和观察面不一致，这时可调节平台上的螺钉 b_1 使它们一致。

3. 测光栅常数 d

根据式(1), 只要测出第 K 级光谱线中波长已知的谱线的衍射角 θ , 就可求出 d 值。已知波光可以用汞灯光谱中的绿线 ($\lambda=5460.7\text{\AA}$), 也可用钠灯光谱中二黄线 ($\lambda_1=5895.9\text{\AA}$, $\lambda_2=5890\text{\AA}$) 之一。光谱线级次 K 自己确定。转动望远镜到光栅的一侧, 使叉丝的竖直线对准已知波长的第 K 级谱线的中心, 记录二游标值。将望远镜转向光栅的另一侧, 同上测量, 同一游标的两次读数之差是衍射角 θ 的二倍。重复测量三次, 计算 d 值平均值。

【思考题】

1. 应用公式 $d \sin \theta = K \lambda$ 测量时应保证什么条件? 实验时是如何保证这些条件得到满足的?
2. 如果用钠灯作光源, 观察钠黄光的谱线时, 为什么每一级都可以看到两条谱线?