

实验 41 光栅特性的研究（设计）

实验目的

1. 学习如何选择实验方法测定光学元件特性参数。
2. 学习如何通过实验加深对理论规律的理解。

实验要求

1. 选择一定的方法和仪器，测出所给衍射光栅的一些主要特性参数；光栅常数 d ，角色散率 ψ 和分辨本领 R 。
2. 利用所给光栅测量钠光灯的钠双线波长或汞灯谱线的各个波长，要求测量结果的精确度 $\Delta\lambda \leq 0.1\%$ 。
3. 在给定的光栅和波长（汞灯）的条件下从理论上算出，能观察到的光栅最高衍射级数，并用实验加以检验。
4. 观察分辨本领 R 与光栅狭缝数目 N 的关系。挡住光栅的一部分，减少狭缝数目 N ，观察钠光灯的钠双线随 N 的减少而发生的变化。

实验原理（提示）

根据夫琅和费衍射理论，当一束平行光垂直入射到光栅平面上时，将发生衍射。衍射光谱中亮条纹的位置由衍射方程 $d\sin\phi = k\lambda$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 决定。其中缝间距 d 称为光栅常数， ϕ 为衍射角， k 为衍射光谱线的级数， λ 为入射单色光的波长。关于光栅的几个特性参数说明如下：

1. 光栅常数 d ： $d=a+b$ ， a 为光栅任一狭缝的宽度， b 为相邻狭缝间不透光部分的宽度。
2. 角色散率 ψ ： $d\psi = \frac{d\phi}{d\lambda}$ ，定义为单位波长间隔内两单色谱线之间的角间距。由 $d\sin\phi = k\lambda$ ，可得 $\psi = \frac{k}{d \cos\phi_k}$ 。

3. 分辨本领 R ： $R = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ ，定义为两条刚可被分辨开的谱线的波长差除以它们的平均波长。

根据瑞利条件，两条刚可被分辨开的谱线被定义为：波长相差 $\lambda\Delta$ 的两条相邻谱线，其中一条谱线的最亮处应落在另一条谱线的最暗处。可以证明，对于宽度一定的光栅， R 的理论极限值为

$R_m = kN = k \frac{L}{d}$ ，而实测值将小于 kN 。式中 k 为光谱级数， N 为光栅参与衍射的狭缝数目，

L 为入射光束照亮的光栅宽度， d 为光栅常数。

实验仪器

不同光栅常数的全息光栅，分光计，光源（钠光灯或汞灯，激光）

思考题

预习思考题

1. 同一光栅对不同波长的光，其最高衍射级数是否相同？
2. 用分光计测光栅常数时，若光源距分光计较远（0.5 米以上），会有什么影响？

分析讨论题

1. 说明为什么实测的分辨本领 R 数值小于理论极限值？

2.分析比较光栅光谱和棱镜光谱的特点（可从谱线的排列次序、间距、角色散率和衍射级数等项目进行讨论）。

注意事项

1. 预习报告要写明实验方法及 所需的仪器设备。
2. 拟出实验具体程序，列出数据记录表格。