



哈爾濱工業大學  
Harbin Institute of Technology

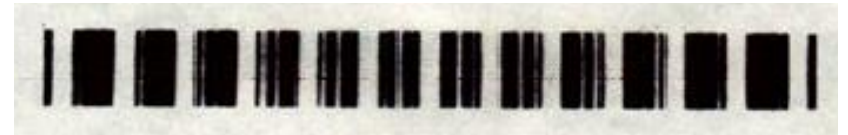
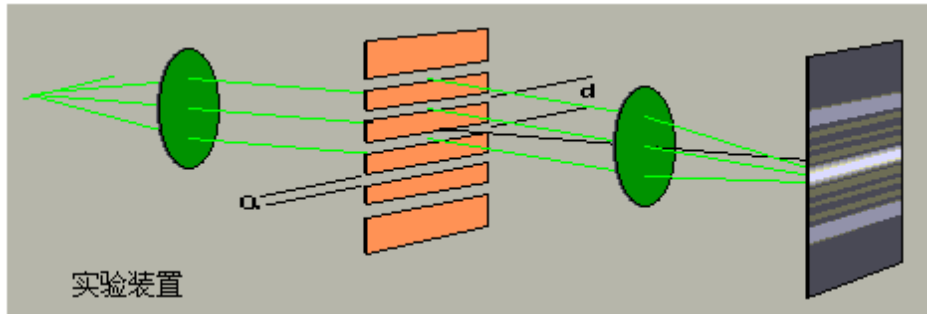
大学物理——光学

# 光栅光谱

主讲教师：孟庆鑫



# 光栅衍射



## 1. 主极大(亮纹)

$$d \sin \theta = \pm k \lambda \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

正入射时的 **光栅方程**

## 2. 极小条件(暗纹)

$$d \cdot \sin \theta = \frac{\pm k'}{N} \lambda \quad k' = 1, 2, 3, \dots \neq Nk$$

## 3. 次极大

在相邻两个主极大之间有  $N-1$  个极小，有  $N-2$  个次极大。

## 4. 缺级

$$k = \frac{d}{a} \cdot k' \quad (k' = \pm 1, \pm 2, \dots)$$

**思考：**若白光入射光栅，将产生什么样的条纹呢？

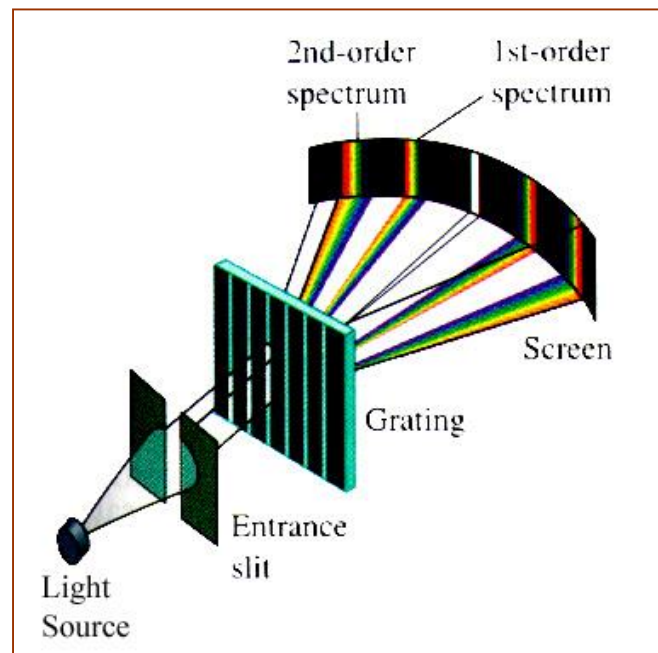
# 1. 光栅光谱

光栅方程

$$d \sin \theta = \pm k \lambda$$

同一级次下，不同波长光的衍射角不同，会出现彩色衍射条纹。

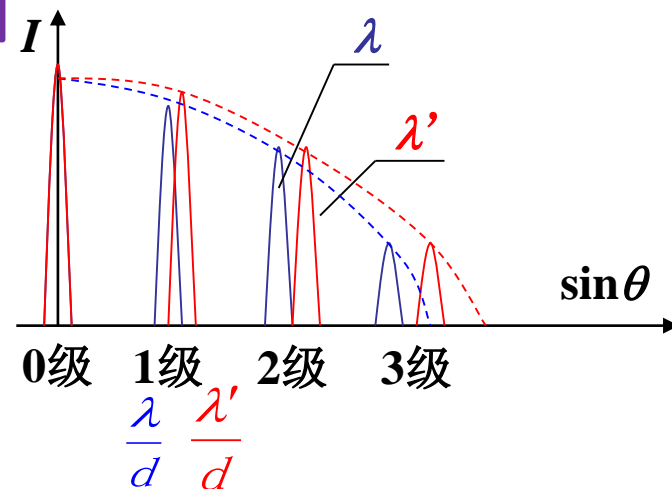
复色光入射时，同级的不同颜色的条纹会按波长的**顺序排列**，称为**光栅光谱**。



## 2. 光栅光谱特点

同一级次下不同波长主极大的角间隔：

$$\Delta \theta = k \frac{\Delta \lambda}{d \cos \theta}$$



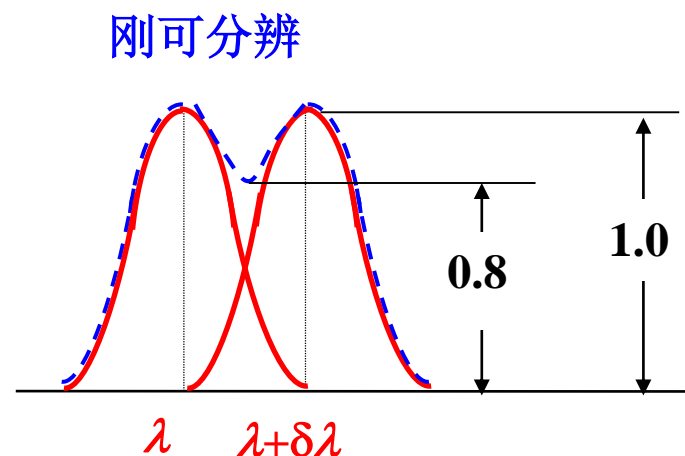
波长相差越大、级次越高, 条纹分得越开。

### 3. 光栅的（色）分辨本领

设入射波长有两种，为  $\lambda$  和  $\lambda + \delta\lambda$ ，若  $\lambda$  的  $k$  级谱线处二者的谱线刚刚能分开，光栅的色分辨本领定义为：

$$R \equiv \frac{\lambda}{\delta\lambda}$$

$\delta\lambda$  越小,  $R$  就越大, 说明色分辨本领越大。



**按瑞利判据：**  $\lambda$  的第  $k$  级主极大，与  $\lambda + \delta\lambda$  的第  $k$  级主极大的边缘（第一极小）重合时，两条谱线刚好可分辨。

主极大条件:  $d \sin \theta = \pm k \lambda$

极小级条件:  $d \cdot \sin \theta = \frac{\pm k'}{N} \lambda$

对应  $(\lambda + \delta\lambda)$  的  $k' = Nk - 1$  的暗纹:

$$\sin \theta = \frac{k'}{Nd} (\lambda + \delta\lambda)$$

应有:  $\frac{k}{d} \cdot \lambda = \frac{Nk - 1}{Nd} \cdot (\lambda + \delta\lambda)$

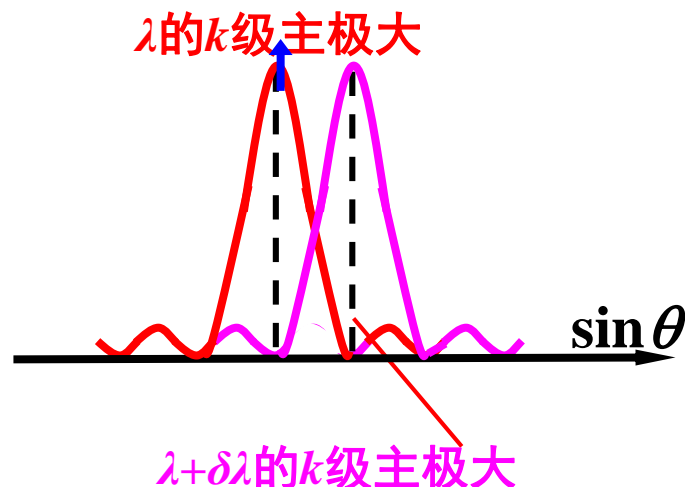
即:  $Nk\lambda = (Nk - 1)(\lambda + \delta\lambda) \Rightarrow 0 = Nk\delta\lambda - \lambda - \delta\lambda$

$$\Rightarrow \lambda = \delta\lambda(Nk - 1)$$

光栅色分辨本领:  $R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = Nk - 1 \approx Nk, (k \neq 0) \quad (N \gg 1)$

即:  $R \approx Nk$

$\therefore$  提高R的两种方式:  $\begin{cases} N \uparrow \\ k \uparrow \end{cases}$



例如. 对 Na 双线的分辨

$$\lambda_1 = 5890 \text{ \AA}$$

$$\lambda_2 = \lambda + \delta\lambda = 5896 \text{ \AA}$$

光栅色分辨率  $R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = \frac{5890}{6} \approx 982 = Nk$

所以,  $\left. \begin{array}{l} \text{对 } k=2 \text{ 则 } N=491 \\ \text{对 } k=3 \text{ 则 } N=327 \end{array} \right\} \text{ 都可分辨开 Na 双线。}$

为了在较低级次上分辨两条谱线（光强、有利），就必须增大光栅的总缝数；

对于总缝数不太多的光栅，可以用斜入射的办法得到较高级次的光谱。

# 本节小结

本节研究了光栅光谱的特点和光栅分辨本领。

复色光入射时，同级的不同颜色的条纹会按波长的顺序排列，称为光栅光谱。

光栅的（色）分辨本领

**按瑞利判据：** $\lambda$  的第 $k$ 级主极大，与  $\lambda + \delta\lambda$  的第 $k$ 级主极大的边缘（第一极小）重合时，两条谱线刚好可分辨。

$$R \equiv \frac{\lambda}{\delta\lambda} \approx Nk$$



哈爾濱工業大學  
Harbin Institute of Technology

# 谢谢

