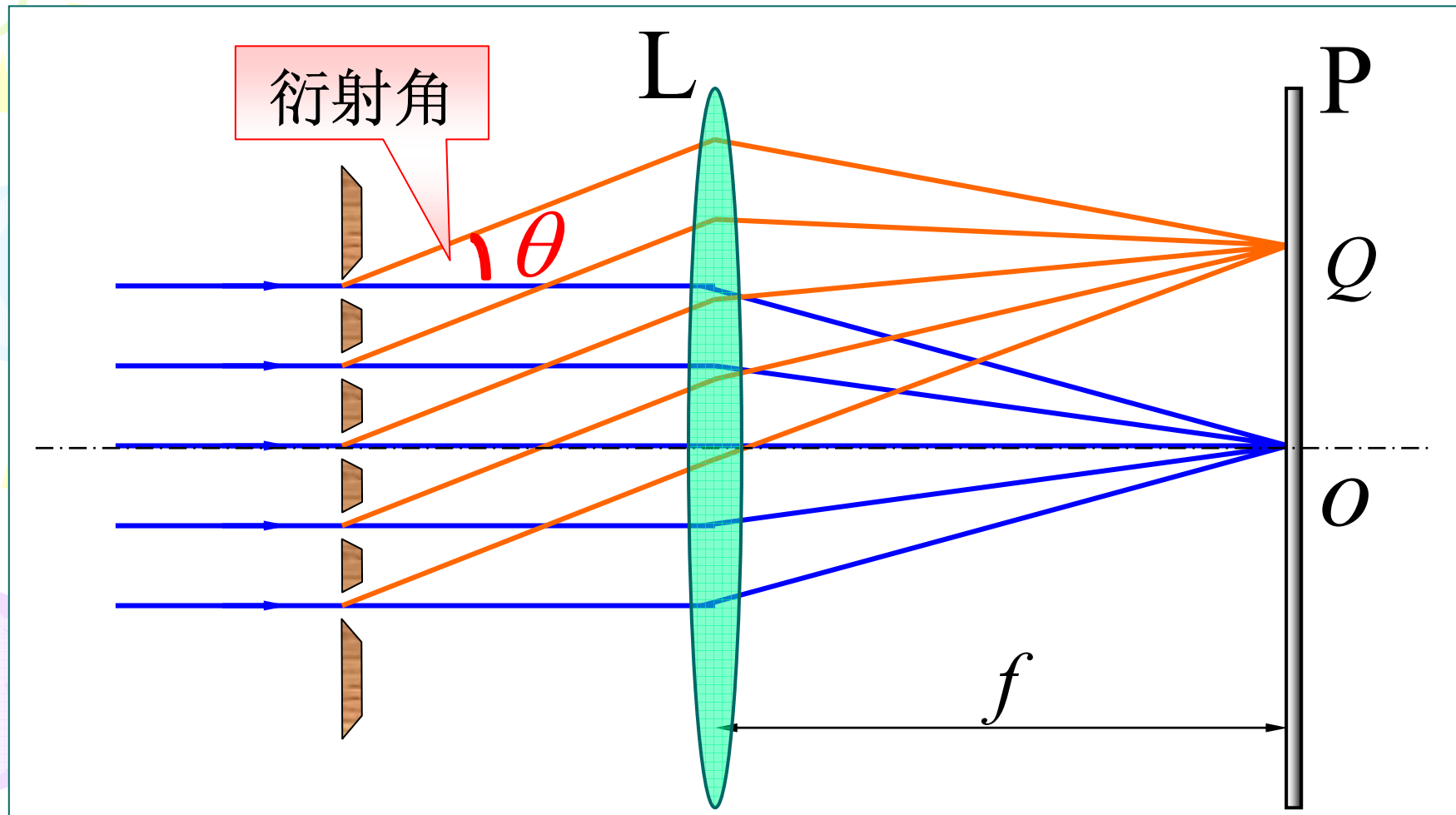


一 光栅

许多等宽度、等距离的狭缝排列起来形成的光学元件。



二 光栅衍射条纹的形成

光栅的衍射条纹是衍射和干涉的总效果

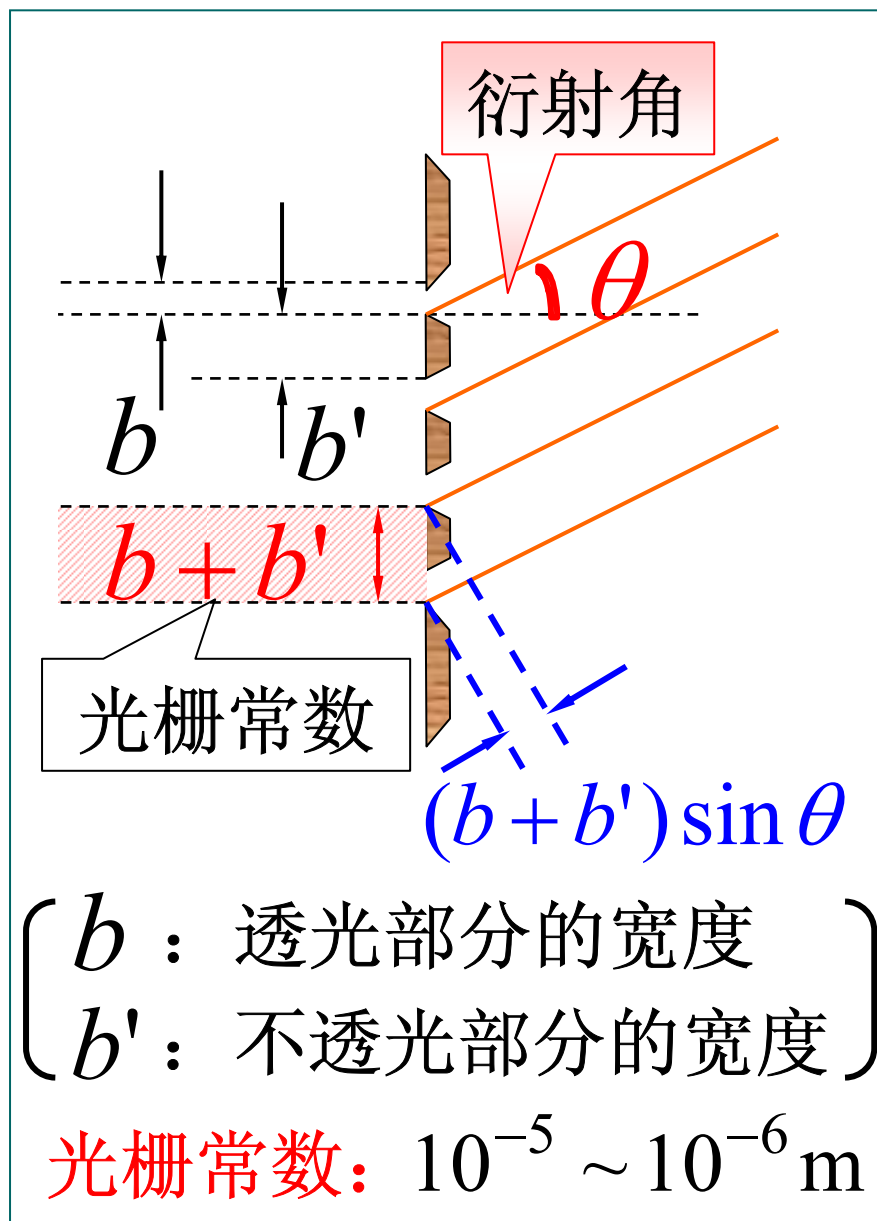
相邻两缝间的光程差:

$$\Delta = (b + b') \sin \theta$$

明纹位置

$$(b + b') \sin \theta = \pm k \lambda$$

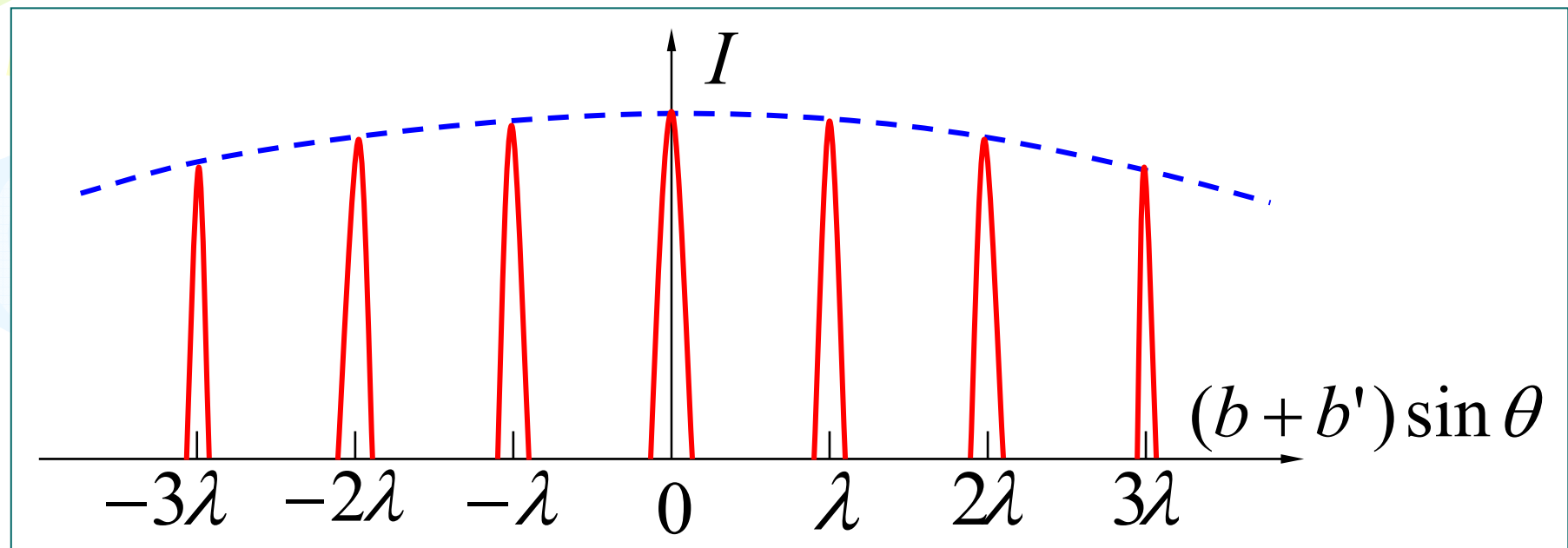
$$(k = 0, 1, 2, \dots)$$



讨论

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

◆ 光强分布

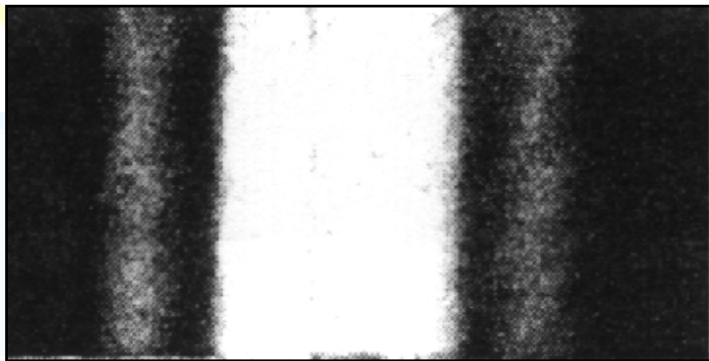


◆ 条纹最高级数

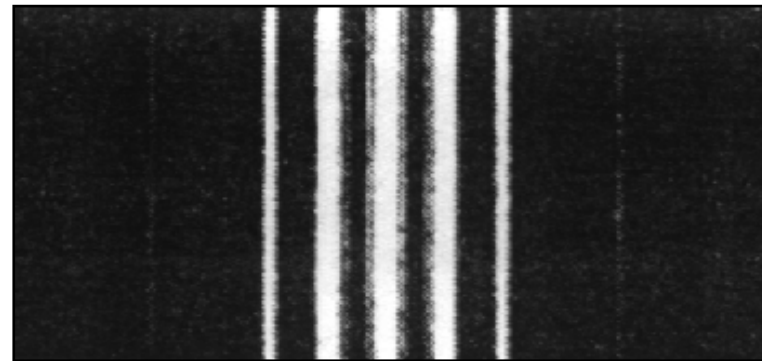
$$\sin \theta_k = \pm \frac{k\lambda}{b + b'} \quad \theta = \pm \frac{\pi}{2}, \quad k = k_{\max} = \frac{b + b'}{\lambda}$$

◆ 光栅中狭缝条数越多，明纹越亮。

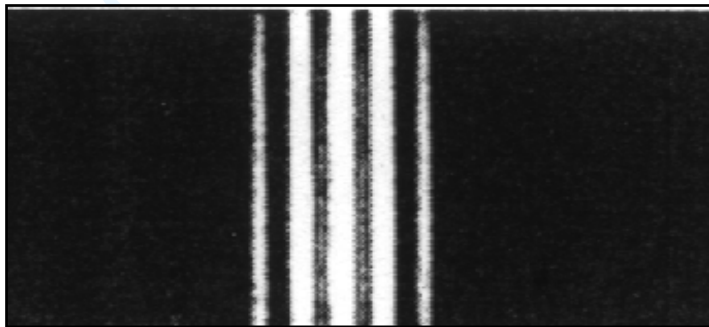
亮纹的光强 $I = N^2 I_0$ (N : 狭缝数, I_0 : 单缝光强)



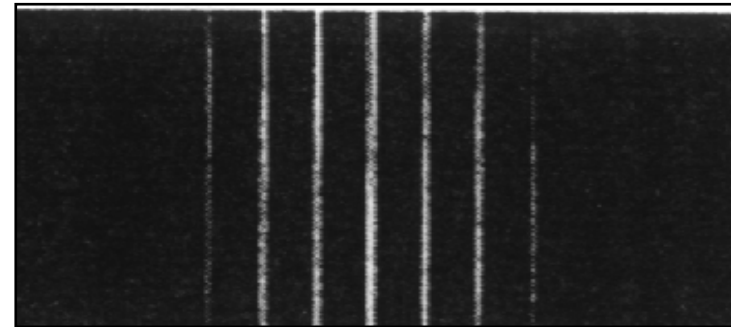
1 条缝



5 条缝



3 条缝



20 条缝

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

$$\Delta k = 1, \quad \sin \theta_{k+1} - \sin \theta_k = \frac{\lambda}{b + b'}$$

◆ 光栅常数越小，明纹越窄，明纹间相隔越远

λ 一定， $b + b'$ 减少， $\theta_{k+1} - \theta_k$ 增大.

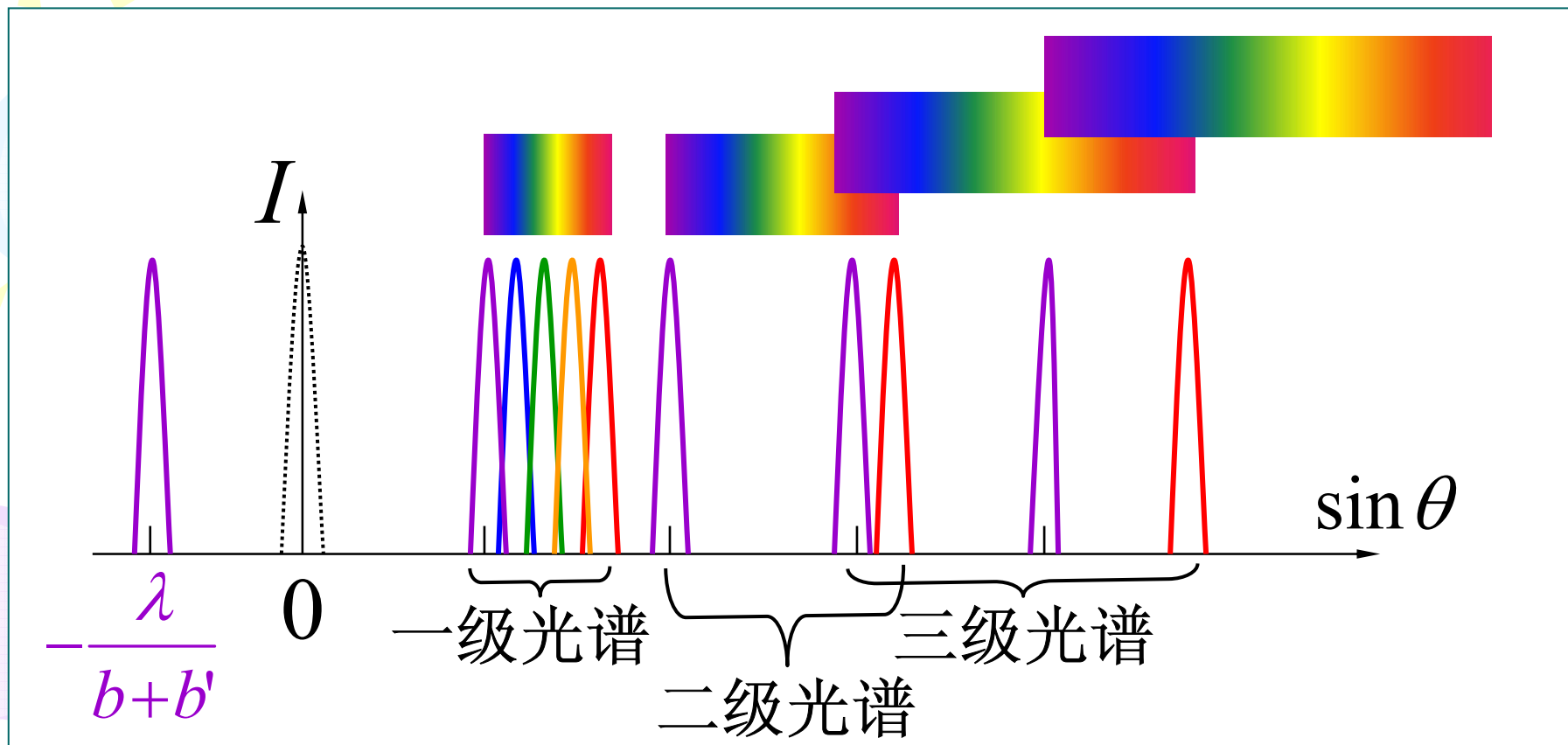
◆ 入射光波长越大，明纹间相隔越远

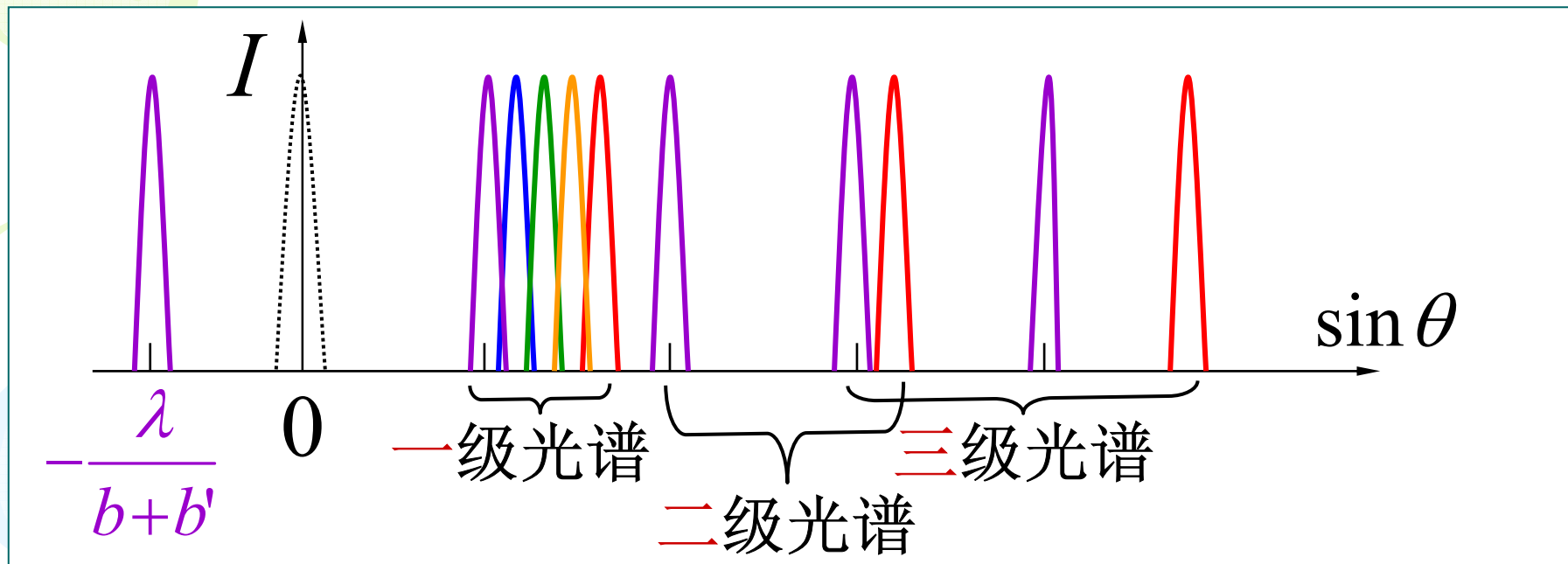
$b + b'$ 一定， λ 增大， $\theta_{k+1} - \theta_k$ 增大.

三 衍射光谱

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

入射光为白光时, λ 不同, θ_k 不同, 按波长分开形成光谱.





例如 二级光谱重叠部分光谱范围

$$\left\{ \begin{array}{l} (b + b') \sin \theta = 3\lambda_{\text{紫}} \\ (b + b') \sin \theta = 2\lambda \end{array} \right. \quad \lambda = \frac{3}{2}\lambda_{\text{紫}} = 600\text{nm}$$

$$\lambda = 400 \sim 760\text{nm}$$

二级光谱重叠部分：
600 ~ 760nm

衍射光谱分类

连续光谱：炽热物体光谱

线状光谱：钠盐、分立明线

带状光谱：分子光谱

光谱分析

由于不同元素（或化合物）各有自己特定的光谱，

所以由谱线的成分，可分析出发光物质所含的元素或化合物；还可从谱线的强度定量分析出元素的含量。

例1 用白光垂直照射在每厘米有6500条刻痕的平面光栅上，求第三级光谱的张角。

解 $\lambda = 400 \sim 760\text{nm}$ $b + b' = 1\text{cm} / 6500$

紫光 $\sin \theta_1 = \frac{k\lambda_1}{b + b'} = \frac{3 \times 4 \times 10^{-5} \text{cm}}{1\text{cm} / 6500} = 0.78$ $\theta_1 = 51.26^\circ$

红光 $\sin \theta_2 = \frac{k\lambda_2}{b + b'} = \frac{3 \times 7.6 \times 10^{-5} \text{cm}}{1\text{cm} / 6500} = 1.48 > 1$ 不可见

第三级光谱的张角 $\Delta\theta = 90.00^\circ - 51.26^\circ = 38.74^\circ$

第三级光谱所能出现的最大波长

$$\lambda' = \frac{(b + b') \sin 90^\circ}{k} = \frac{b + b'}{3} = 513\text{nm}$$

绿光

例2 试设计一个平面透射光栅的光栅常数，使得该光栅能将某种光的第一级衍射光谱展开 20.0° 角的范围。设该光的波长范围为 $430\text{nm} \sim 680\text{nm}$ 。

解

$$\left\{ \begin{array}{l} (b + b') \sin \theta_1 = \lambda_1 = 430\text{nm} \\ (b + b') \sin(\theta_1 + 20.0^\circ) = \lambda_2 = 680\text{nm} \end{array} \right.$$

$$(b + b') = 913\text{nm}$$

每厘米大约有 10^4 条刻痕