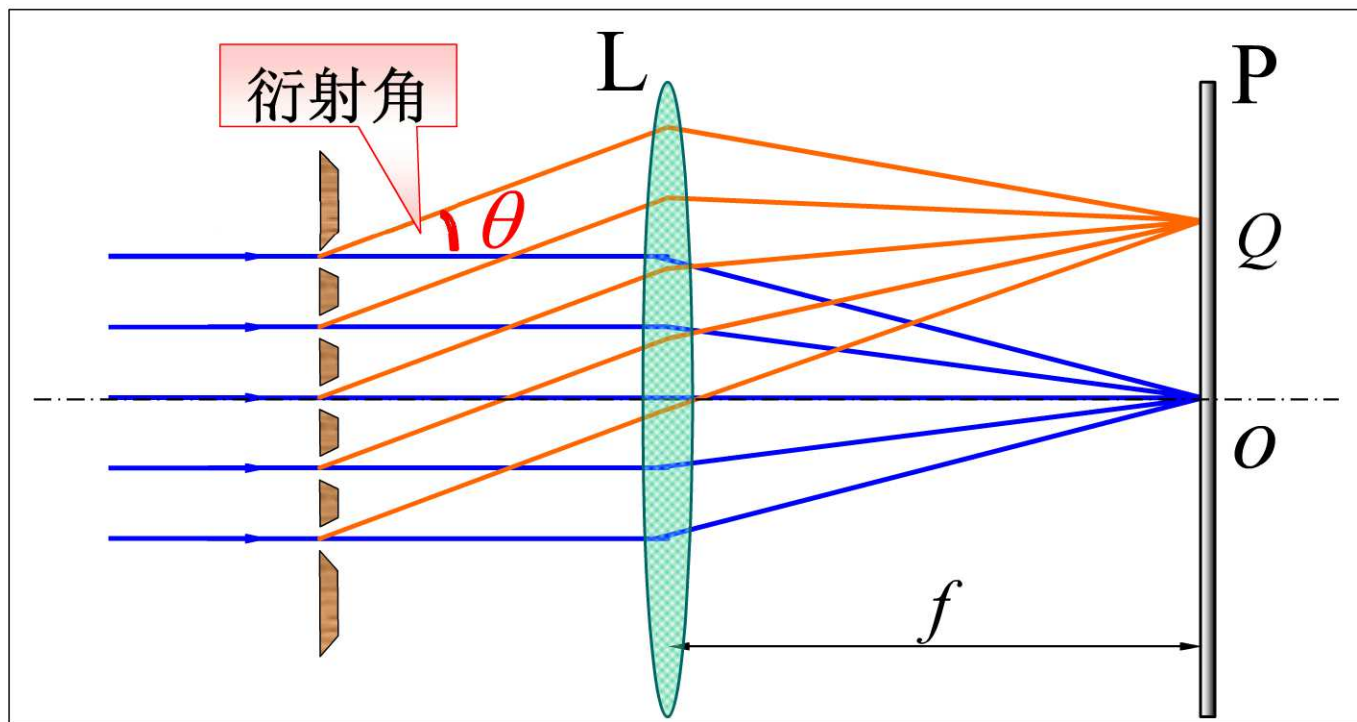
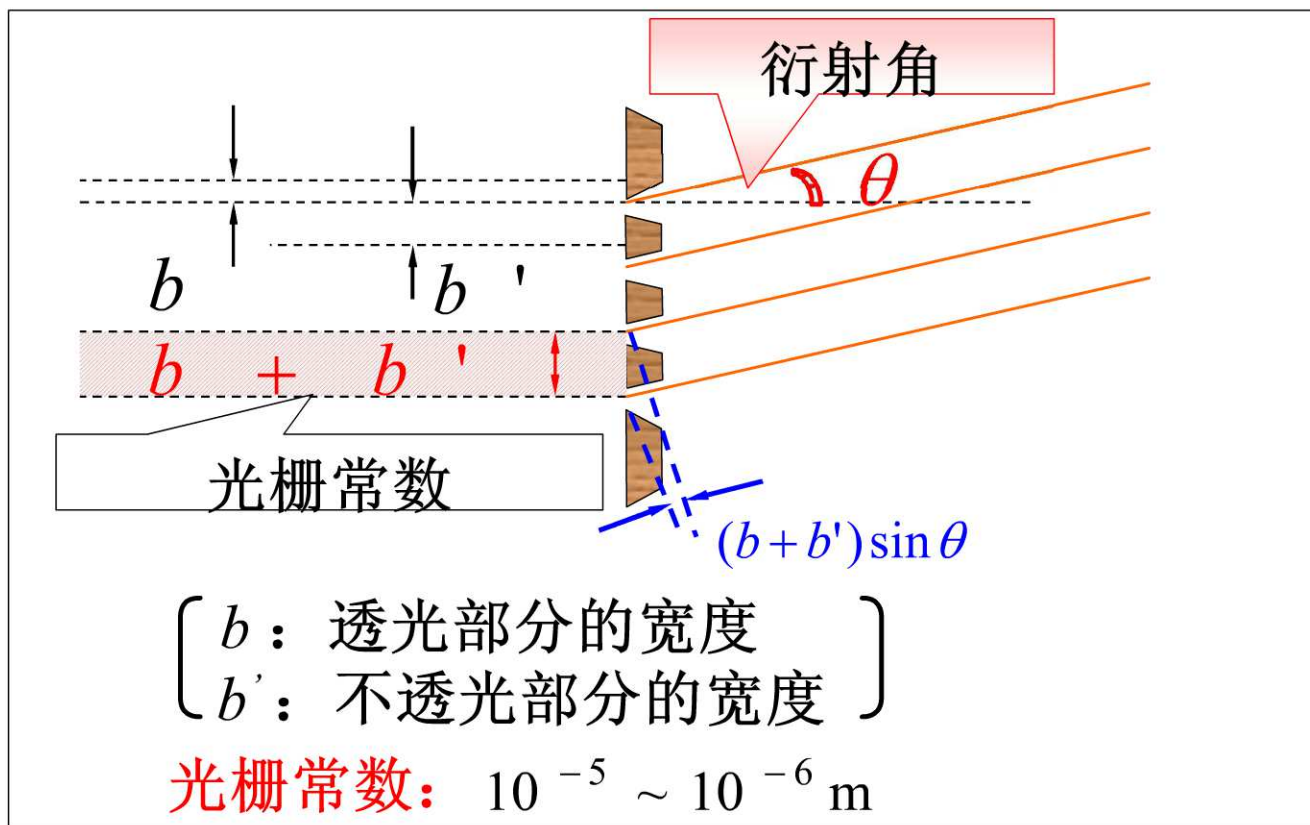


# 一 光栅

等宽度、等距离的狭缝排列起来的光学元件。



## 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**

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

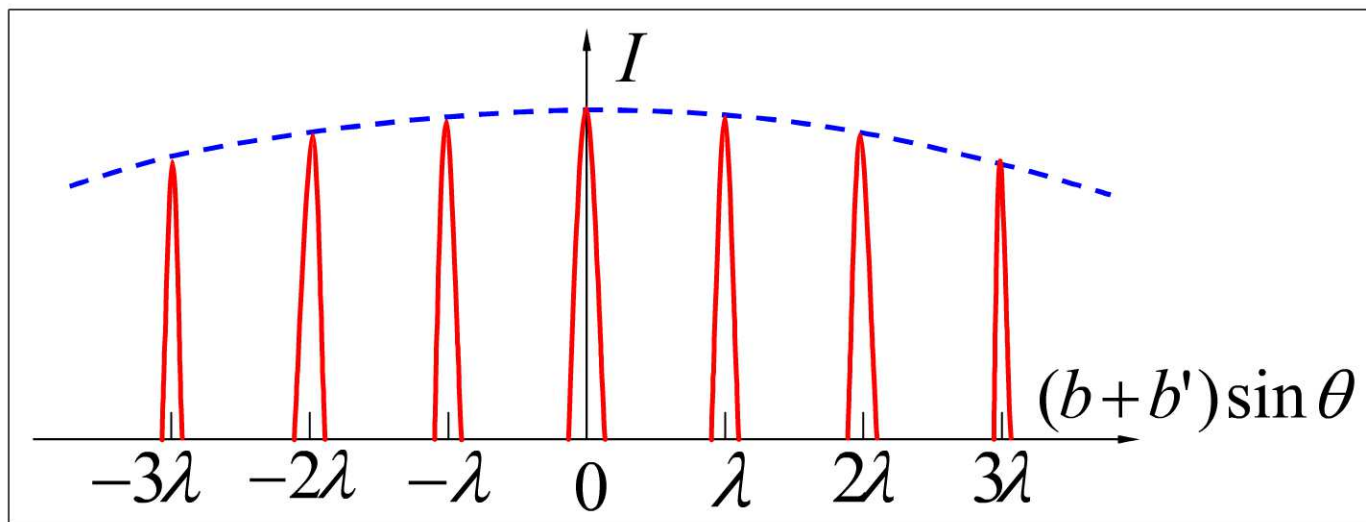
$$(k = 0, 1, 2, \dots)$$



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

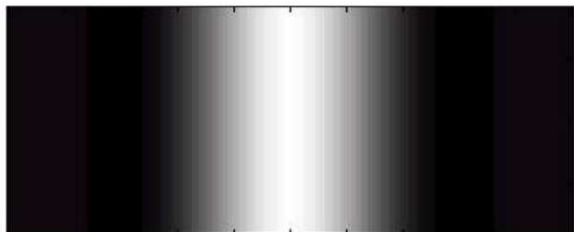
$$\sin \theta_k = \pm \frac{k\lambda}{b + b'}$$

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

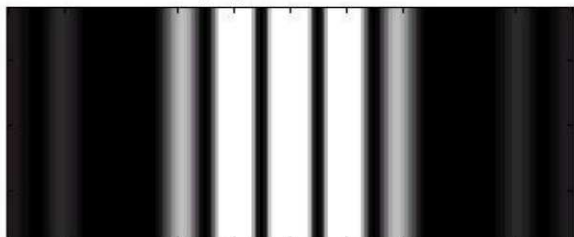


◆ 光栅中狭缝条数越多，明纹越细。

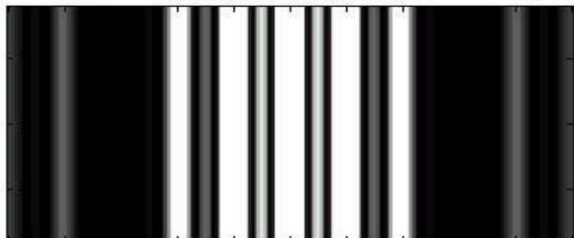
(a) 1条缝



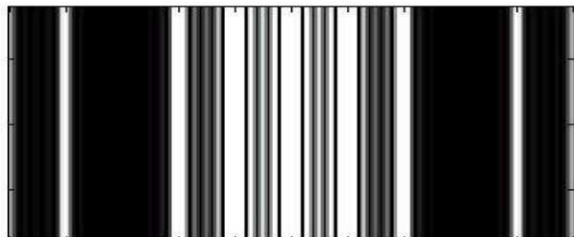
(b) 2条缝



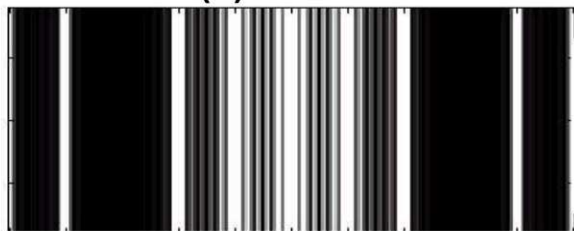
(c) 3条缝



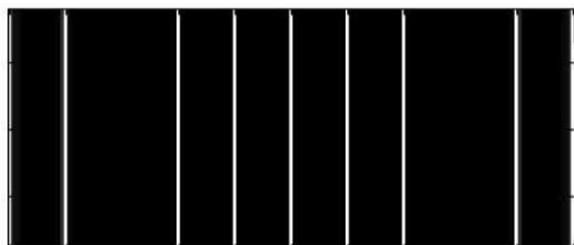
(d) 5条缝



(e) 6条缝



(f) 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。

$\lambda$  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。

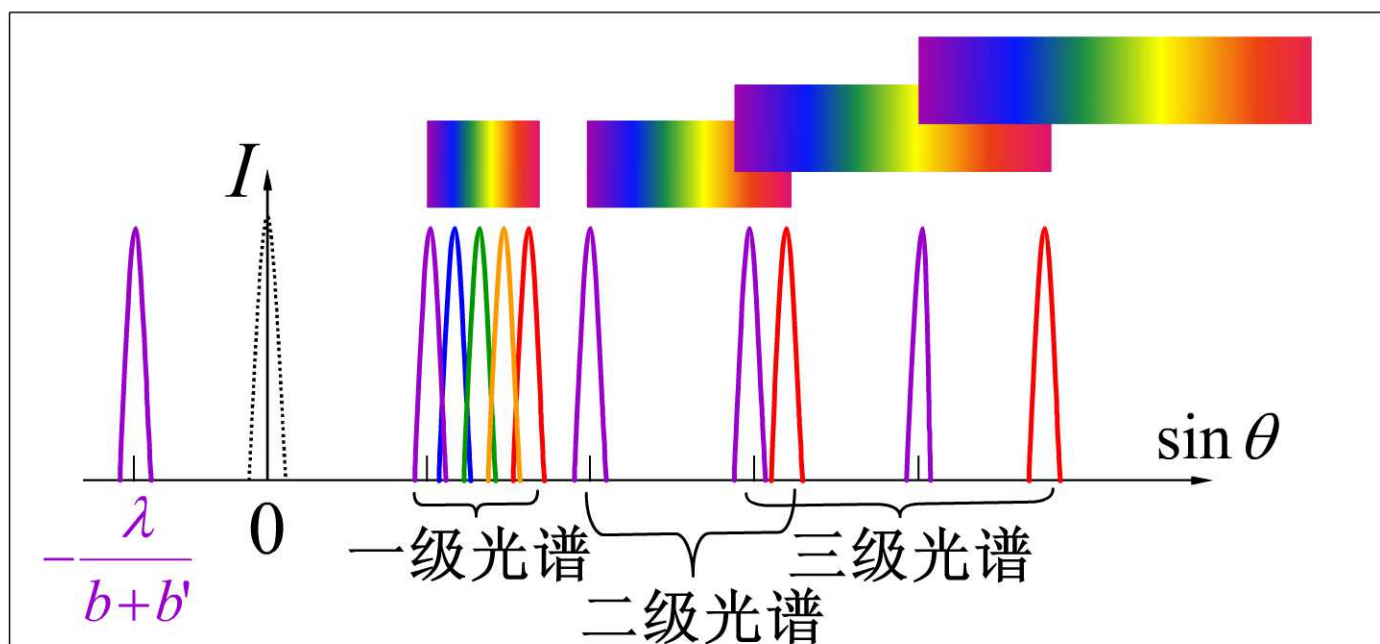
$b + b'$  一定， $\lambda$  增大， $\theta_{k+1} - \theta_k$  增大。





### 三 衍射光谱

入射光为白光时，形成彩色光谱。





例如 二级光谱重叠部分光谱范围

$$\begin{cases} (b + b') \sin \theta = 3\lambda_{\text{紫}} \\ (b + b') \sin \theta = 2\lambda \end{cases}$$

$$\lambda = \frac{3}{2} \lambda_{\text{紫}} = 600 \text{ nm}$$

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

二级光谱重叠部分：

$$600 \sim 760 \text{ nm}$$



◆ 衍射光谱分类

连续光谱：炽热物体光谱

线状光谱：放电管中气体放电

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

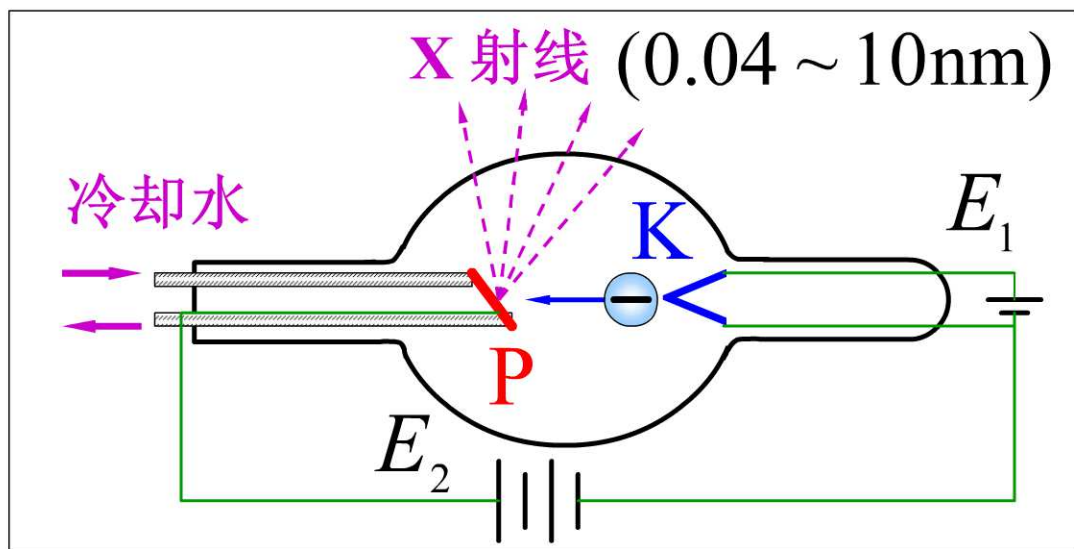
$$\lambda' = \frac{(b+b')\sin 90^\circ}{k} = \frac{b+b'}{3} = 513 \text{ nm}$$

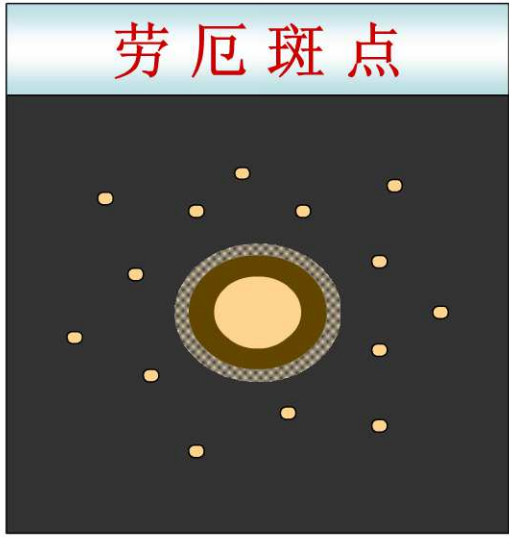
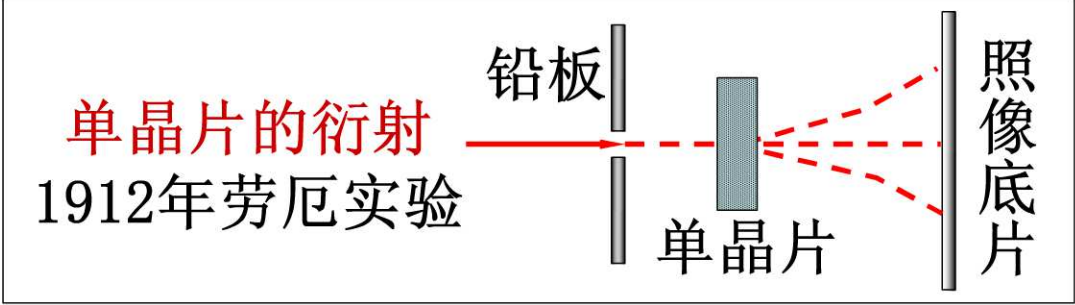
绿光



### 三 X射线的衍射

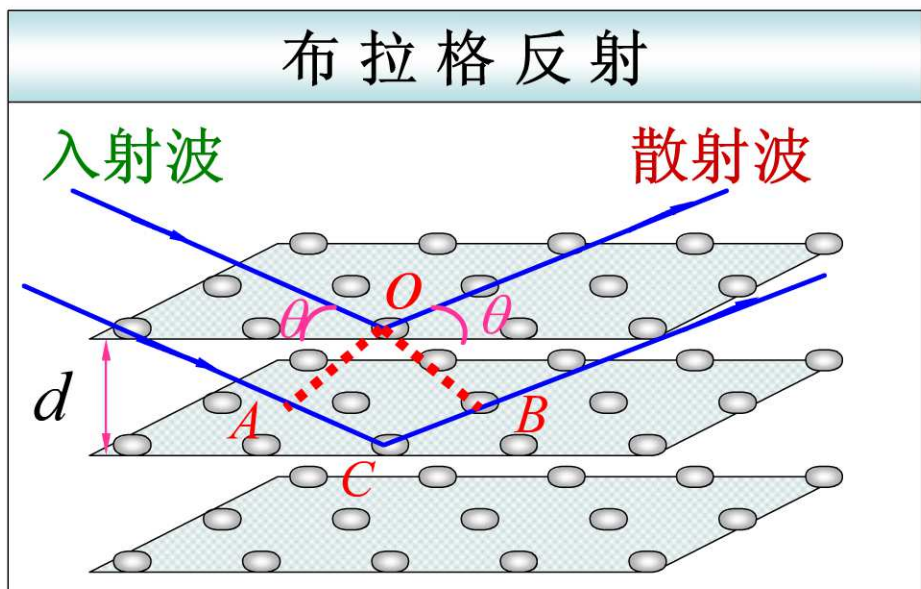
1885年伦琴发现，受高速电子撞击的金属会发射一种穿透性很强的射线称X射线。



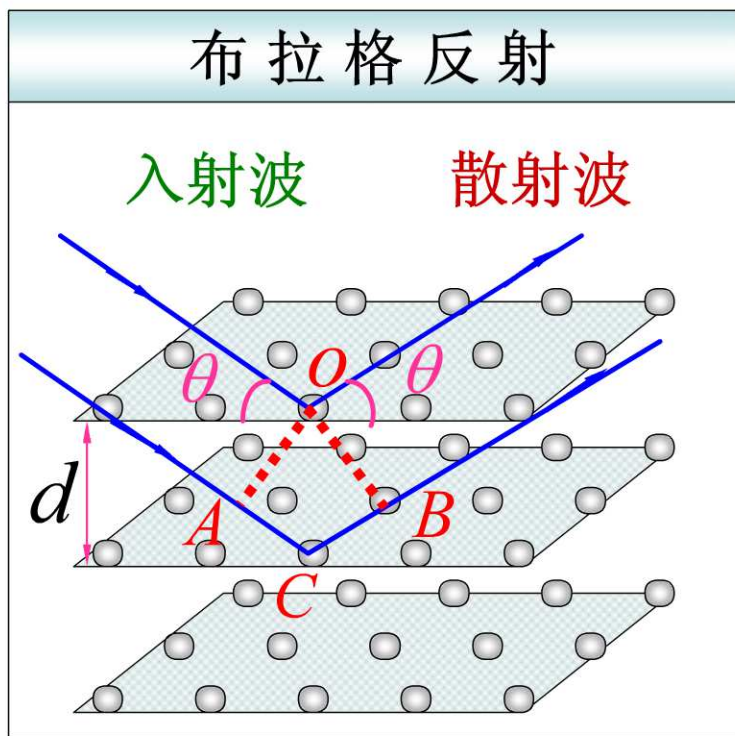




1913年英国**布拉格父子**提出了一种解释X射线衍射的方法，给出了定量结果，并于1915年荣获物理学诺贝尔奖。



晶格常数  $d$  掠射角  $\theta$



$$\Delta = AC + CB$$

$$= 2d \sin \theta$$

相邻两个晶面

反射的两X射线干

涉加强的条件

◆ 布拉格公式

$$2d \sin \theta = k\lambda$$

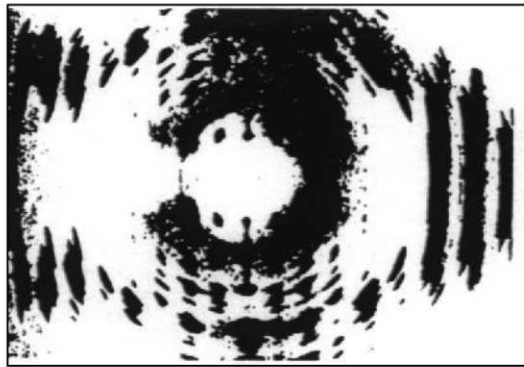
$$k = 0, 1, 2, \dots$$



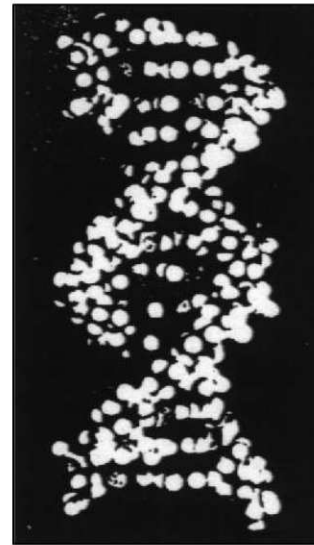
◆ 布拉格公式  $2d \sin \theta = k\lambda$   $k = 0, 1, 2, \dots$

**用途** 测量射线的波长研究X射线谱，进而研究原子结构；研究晶体的结构，进一步研究材料性能.例如对大分子 **DNA** 晶体的成千张的X射线衍射照片的分析，显示出DNA分子的双螺旋结构.





**DNA 晶体的X衍射照片**



**DNA 分子的双螺旋结构**

