

第六章 光的衍射

(Diffraction of light)

§ 6.10 X射线晶体衍射

diffraction of X-Ray on Crystals

1895年伦琴 (1845-1923, 德国, 1901, Nob)发现了高速电子撞击固体可产生一种能使胶片感光、空气电离、荧光物质发光的中性射线——X射线。



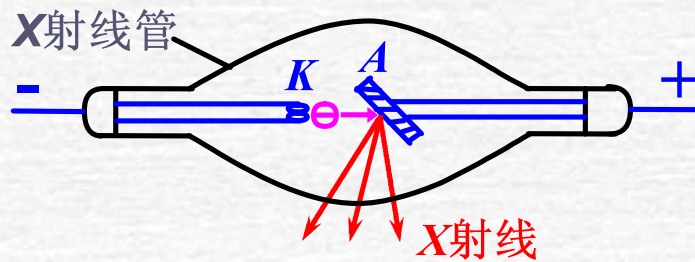
W. Röntgen



聊城大学

物理科学与信息工程学院

X射线管如下图所示：



K—阴极，

A—阳极（钨、钨、铜等金属）

A—K间加几万伏高压，
加速阴极发射的热电子。

X射线是波长很短的电磁波

$$\lambda : 10^{-1} \sim 10^2 \text{ \AA}$$

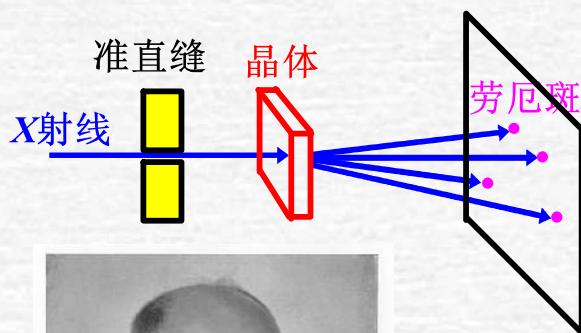
对一般光栅 $\frac{\lambda}{a} \ll 1$,所以看不到衍射现象.



聊城大学

物理科学与信息工程学院

劳厄 (Laue) 实验 (1912) :



晶体点阵相当于三维光栅。原子间距是埃的数量级, 可与x射线的波长相比拟。

德国物理学家



衍射图样(称为劳厄斑)证实了X射线的波动性。

后来,劳厄进一步提出了理论上的分析(1914. Nob)。

Max Laue

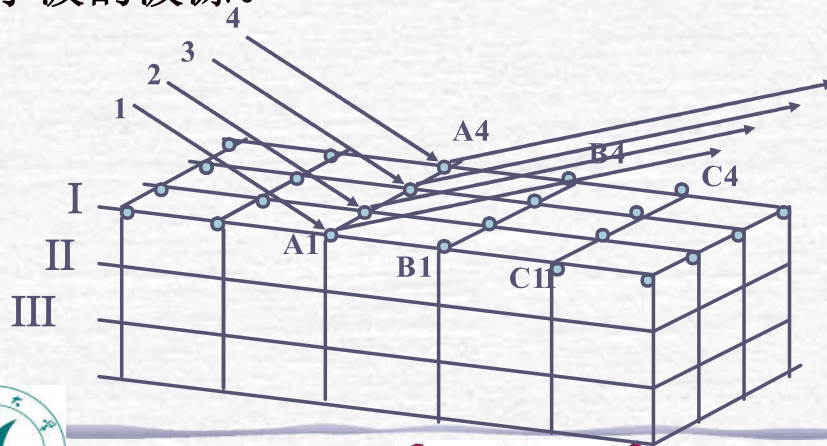


聊城大学

物理科学与信息工程学院

布喇格父子 (W. H. Bragg 和 W. L. Bragg) 提出了研究 x 射线衍射更简单的方法, 得出了 x 射线在晶体上衍射主极大的公式。(1915. Nob)

X 射线照射晶体时, 每个原子 (表层, 内层) 受迫振动, 并以此振动频率向各方向发出子波。每个原子都是散射子波的波源。



W. H. Bragg

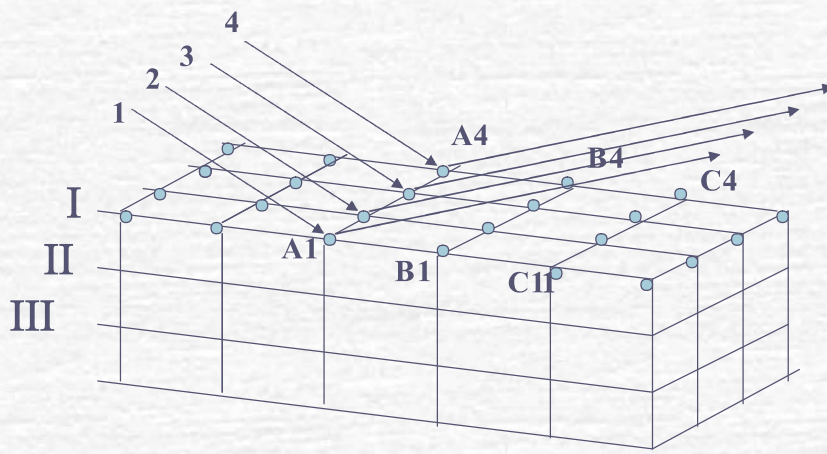


W. L. Bragg



聊城大学

物理科学与信息工程学院



晶格上的原子相当于缝;晶格常数相当光栅常数.

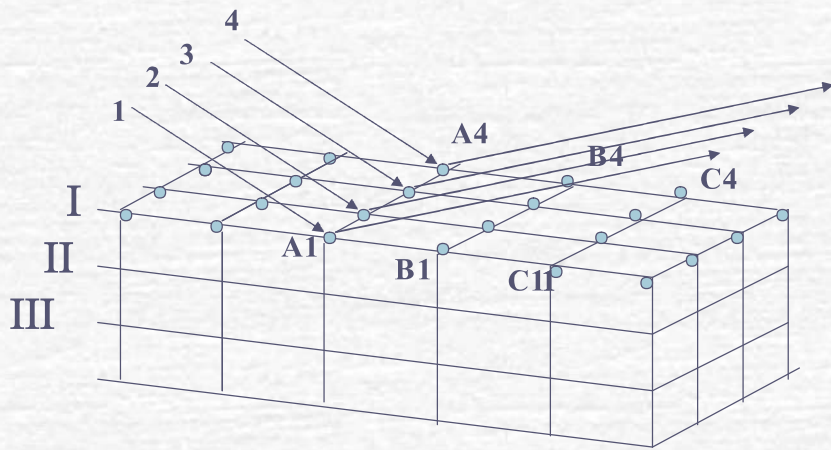
整个晶体点阵是由一族相互平行的晶面组成的。
x 射线能穿入内部。

一. 同一层晶面上各个原子散射的衍射子波的干涉
相当于光栅衍射, $\theta=0^\circ$ 的零级主极大是最强的。



聊城大学

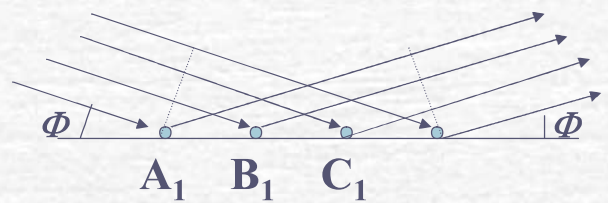
物理科学与信息工程学院



零级主极大对应于各个子波的光程差为零。

入射到“各缝”的光有光程差，从“各缝”出来的光也有光程差，由下图可知：

在同一层晶面上散射的光，只有服从反射定律的，光程差才为零，才是零级主极大。



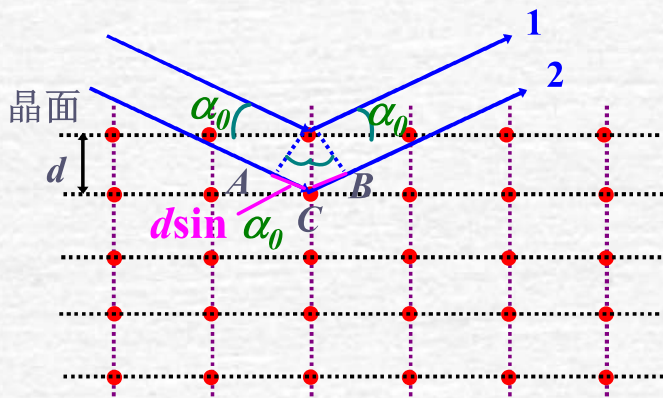
聊城大学

物理科学与信息工程学院

二. 不同晶面的衍射子波的干涉:

相邻晶面散射光 1 和 2 的光程差为

$$\delta = \overline{AC} + \overline{CB} = 2d \cdot \sin \alpha_0$$



d : 晶面间距
(晶格常数)

例, NaCl:
 $d = 2.8\text{\AA}$

α_0 : 掠射角

是不是随便什么 α_0 角, 都能在反射的方向干涉加强?



聊城大学

物理科学与信息工程学院

各层散射光干涉加强的条件：

$$2d \cdot \sin \alpha_0 = k\lambda \quad (k=1,2,3\dots)$$

—布喇格公式

对于 d, λ 一定时,只有特定的 α_0 才满足布喇格公式,才能在反射的方向获得干涉相长。

应用：1. 已知 α_0, λ 可测 d ——X射线晶体结构分析。
研究晶体结构、材料性质。

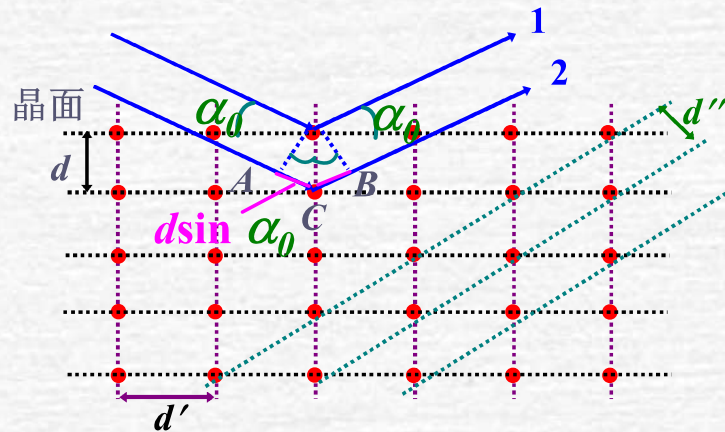
2. 已知 α_0, d 可测 λ ——X射线光谱分析。
研究原子结构。



聊城大学

物理科学与信息工程学院

实际情况比较复杂, 一块晶体可以有許多方法来划分晶面族. $d, d', d'' \dots$



当某一个晶面族满足布喇格公式时, 就能得到相应的 x 射线衍射的主极大。



聊城大学

物理科学与信息工程学院



本节结束



聊城大学

物理科学与信息工程学院