

特点：# 在电磁场中不发生偏转。

# 穿透力强

# 波长较短的电磁波，范围在0.001nm~10nm之间。

## 二. X射线在晶体上的衍射

1. 一般分析 **X射线波长极短，一般光栅**，因此用一般光栅看不到**X射线**的衍射。

1912年，**劳厄（Laue）**猜想：**X射线**波长和晶体内原子的间距差不多，能否用晶体产生**X射线**的衍射呢？

实验果然看到了衍射现象

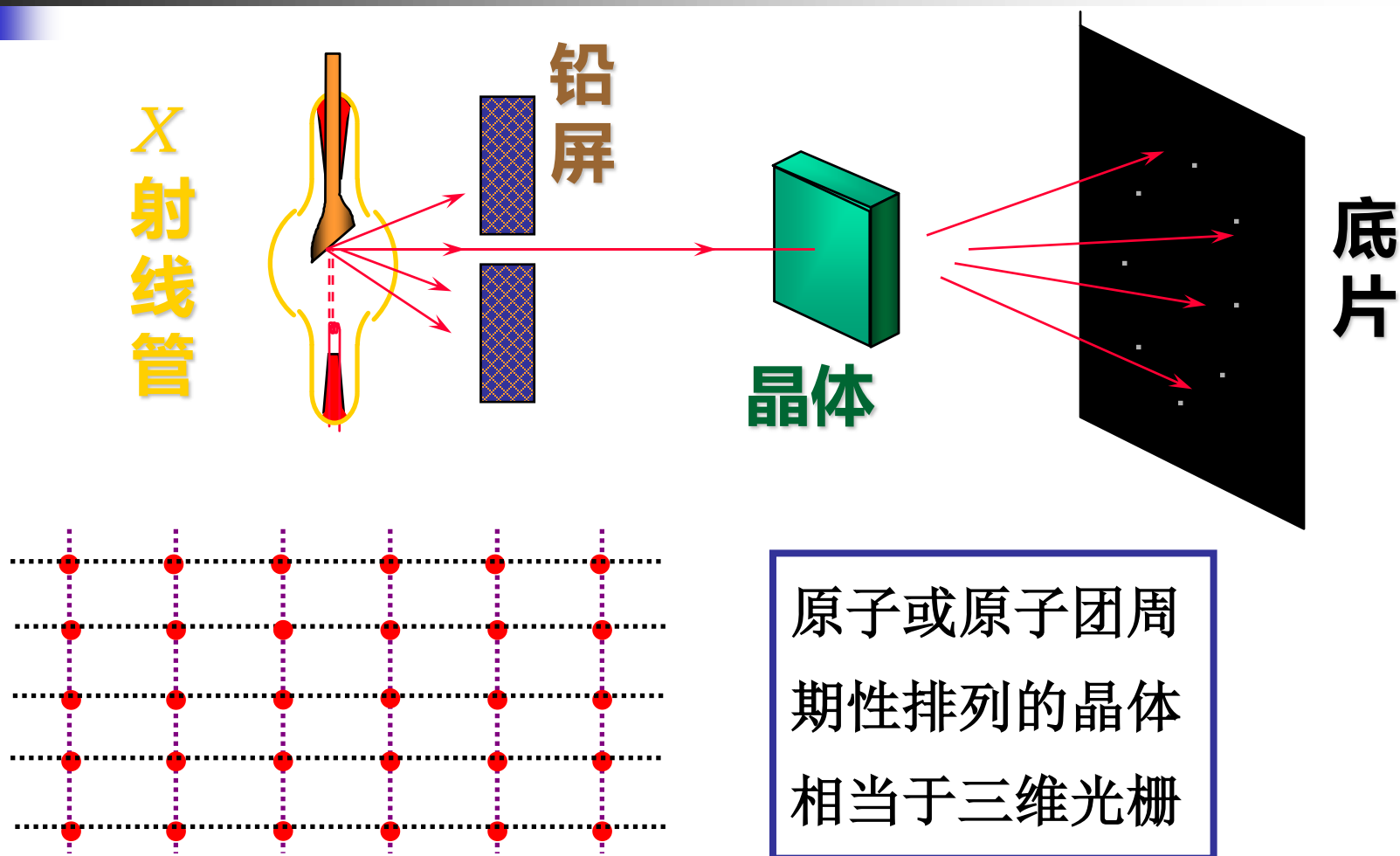
# Max von Laue



awarded  
the  
Nobel  
Prize for  
Physics  
in 1914

**Born: 9 Oct, 1879 in Pfaffendorf, Germany**  
**Died: 23 April, 1960 in Berlin , Germany**

## § 4.5 X射线的衍射

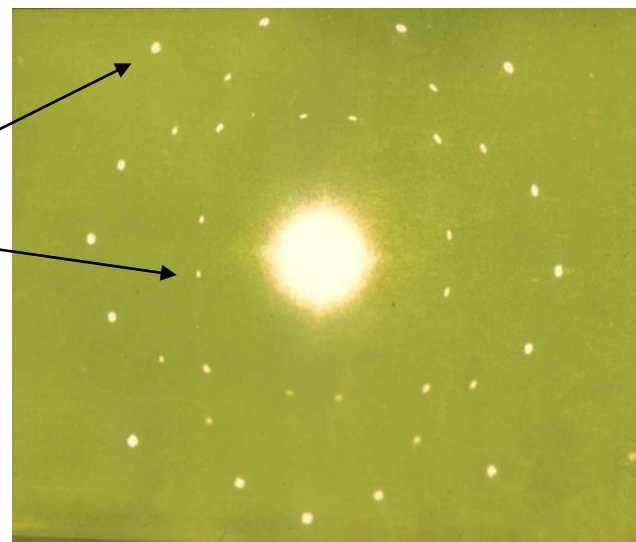


## § 4.5 X射线的衍射

让连续 $\lambda$ 的X光射到单晶体上，则屏上产生了一些强度不同的斑点。称劳厄斑。

根据劳厄斑点的分布可算出晶面间距，掌握晶体点阵结构。

劳厄斑点

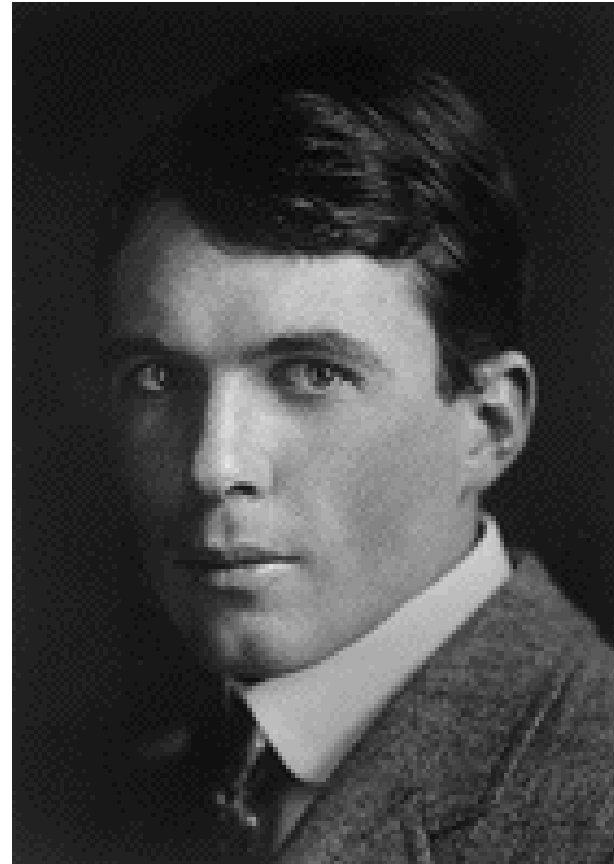
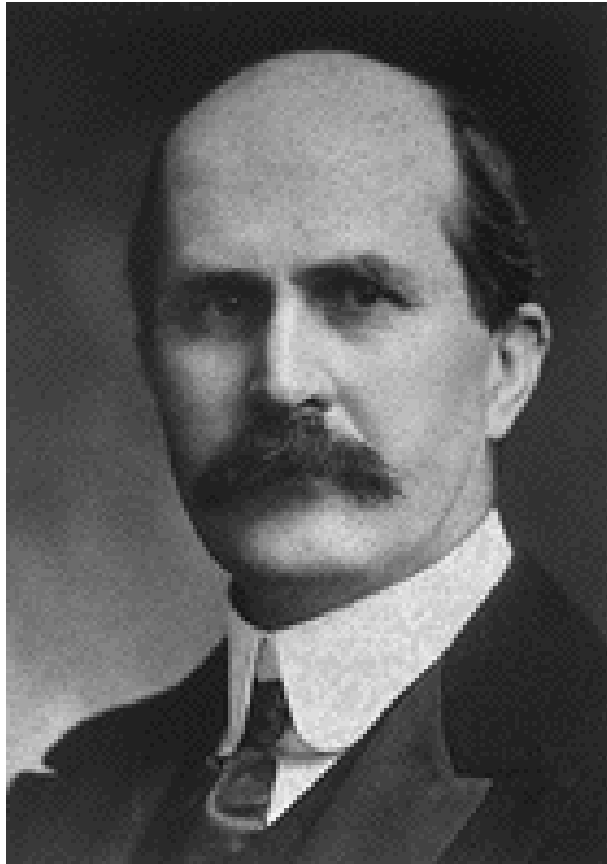


这证明了两件事：

- (1) X射线是波长极短的电磁波。
- (2) 晶体中原子的排列很整齐，原子间距是 $N$ 个 $\text{\AA}$ 的量级。

1913年布喇格父子 (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。

# William Henry Bragg and William Lawrence Bragg



awarded the Nobel Prize for Physics in 1915<sub>5</sub>

## § 4.5 X射线的衍射

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。

### (2) 面间干涉

相邻晶面散射光 1 和 2 的光程差为

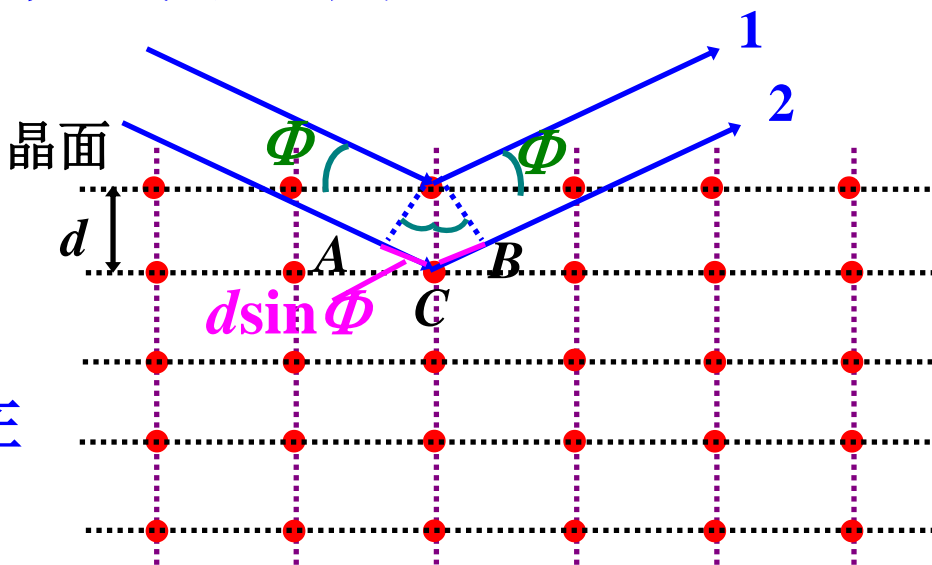
$$\Delta L = \overline{AC} + \overline{CB} = 2d \cdot \sin \Phi$$

是不是随便什么 $\Phi$ 角，都能在反射的方向干涉加强？

各层散射光干涉加强的条件：

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

——布喇格公式



$d$ : 晶面间距  
(晶格常数)

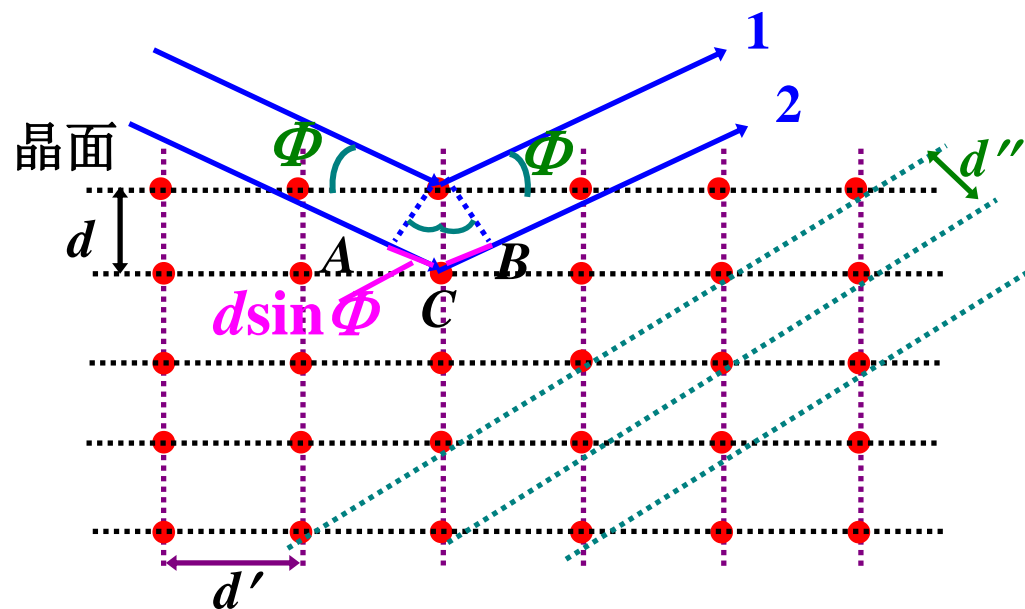
$\Phi$ : 掠射角

例, NaCl:  
 $d = 2.8\text{\AA}$

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

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。



### 三. X射线衍射与普通光栅衍射的区别

▲ X射线衍射有一系列的布喇格条件。

晶体内有許多晶面族，入射方向和 $\lambda$ 一定时，对第 $i$ 个晶面族有：

$$2d_i \cdot \sin\Phi_i = k_i\lambda, \quad i = 1, 2, 3 \dots$$

一维光栅只有一个干涉加强条件：

$$d(\sin\theta - \sin i) = \pm k\lambda \quad \text{—光栅方程。}$$

▲ 晶体在  $d_i$ 、 $\Phi_i$ 、 $\lambda$  都确定时，不一定能满足布喇格公式的关系。

一维光栅在 $\lambda$ 和入射方向角 $i$ 确定后，总能有衍射角 $\theta$ 满足光栅方程。



## § 4.5 X射线的衍射

$$2d \cdot \sin \Phi = k\lambda$$

应用:

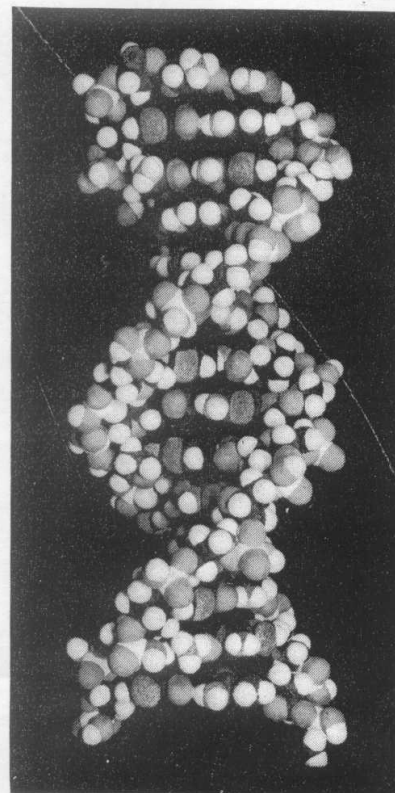
1. 已知  $\Phi, \lambda$  可测  $d$  ——X射线晶体结构分析.

研究晶体结构、材料性质。

2. 已知  $\Phi, d$  可测  $\lambda$  ——X射线光谱分析.

研究原子结构。

**1953**年英国的威尔金斯、沃森和克里克利用**X**射线的结构分析得到了遗传基因脱氧核糖核酸 (**DNA**) 的双螺旋结构, 荣获了**1962**年度诺贝尔生物和医学奖。



X-ray diffraction photographs such as this one led to the discovery of the double-helix form of the DNA molecule. A model of a small part of a DNA molecule is shown. A human DNA molecule, which is normally coiled and folded into a microscopic package called a chromosome, would be a meter or so long if stretched out. The development and functioning of every living organism is controlled by the DNA in its cells. When the organism reproduces, copies of its DNA are passed on to the new generation.