

材料表征方法

岚岫

2019 年 9 月 20 日

摘要

大三下学期与大四上学期陆续修读了几门关于材料表征方法的课程，此文档将陆续整理相关知识，可作为考试复习提纲和学习参考。

1 X射线衍射分析

2 电子显微分析

3 同步辐射

4 中子科学

5 192001材料表征考点

1. X射线是如何产生的？

- (a) 画出X射线管的结构
- (b) 主要由阴极（W灯丝）和用Cu、Cr、Fe、Mo等纯金属制成的阳极靶组成
- (c) 阴极通电加热，在阴阳两极之间加以直流高压（约数万伏）
- (d) 阴极发射的大量电子高速飞向阳极，与阳极碰撞产生X射线

2. X射线的一些基本性质

- (a) X射线是一种波长很短的电磁波
- (b) X射线的波长范围为 $0.01nm$ $0.25nm$
- (c) X射线是一种横波，由交替变化的电场和磁场组成
- (d) X射线具有波粒二象性，因其波长较短，其粒子性较为突出，即可以把X射线看成是一束具有一定能量的光量子流，

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

- (e) X射线穿过不同介质时，折射系数接近于1，几乎不发生折射现象
- (f) X射线肉眼不可见，但可使荧光物质发光、能使照相底板感光、能使一些气体产生电离现象
- (g) X射线的穿透能力强，能穿透对可见光不透明的材料，特别是波长在 $0.1nm$ 以下的硬X射线
- (h) X射线照射到晶体时，将产生散射、干涉、衍射等现象，与光线的绕射现象类似
- (i) X射线具有破坏杀死生物组织细胞的作用

3. 管电压、管电流、阳极靶原子序数对连续谱的作用

4. 特征X射线谱的产生

- (a) 当X射线管压高于靶材相应的某一特征值 U_k 时，在某些特定波长位置上，将出现一系列强度很高、波长范围很窄的线状光谱，称为特征谱或标识谱。其波长与阳极靶材的原子序数有确定关系，故可作为靶材的标志和特征

$$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} = K_2(Z - \sigma)$$

表明阳极靶材的原子序数越大，同一线系的特征谱波长越短。

- (b) 冲向阳极的电子若具有足够能量，将内层电子击出而成为自由电子。此时，原子处于高能不稳定状态，必然自发的向稳态过渡。若 L 层电子跃迁到 K 层填补空位，原子由 K 激发态转为 L 激发态，能量差以X射线的形式释放。这就是特征X射线，称为 K_α 射线。
- (c) 由于 L 层内还有能量差别很小的亚能级，不同亚能级的电子跃迁将辐射 $K_{\alpha 1}$ 、 $K_{\alpha 2}$ 射线。
- (d)

$$\lambda_{K_{\alpha 1}} < \lambda_{K_{\alpha 2}}, \quad I_{K_{\alpha 1}} \approx 2I_{K_{\alpha 2}}$$

5. X射线的真吸收

- (a) 光电效应：当入射X射线光子能量等于或略大于吸收体原子某壳层电子的结合能时，电子易获得能量从内层逸出，成为自由电子，成为光电子。这种光子击出电子的现象成为光电效应。光电效应将消耗大部分入射能量，导致吸收系数突增。
- (b) 荧光效应：因光电效应处于相应的激发态的原子，将随之发生如前所述的外层电子向内层跃迁的过程，同时辐射出特征X射线，称X射线激发产生的特征辐射为二次特征辐射，称这种光致发光的现象为荧光效应。
- (c) 俄歇效应：原子 K 层电子被击出后， L 层一个电子跃入 K 层填补空位，而另一个 L 层电子获得能量溢出成为俄歇电子。称这种一个 K 层空位被两个 L 层空位取代的过程为俄歇效应。
- (d) 荧光X射线与俄歇电子均为物质的化学成分信号。荧光X射线用于重元素的成分分析，俄歇电子用于表面轻元素分析。
- (e) X射线穿过物质后强度会产生衰减。强度衰减主要是由于真吸收消耗于光电效应与热效应。强度衰减还有一小部分是X射线偏离了原来的入射方向，即散射。

6. X射线的相干散射

- (a) 当入射X射线与受原子核束缚较紧的电子相遇，使电子在X射线在交变电场作用下发生受迫振动，向四周辐射与入射X射线波长相同的辐射
- (b) 因各电子散射的X射线波长相同，有可能相互干涉，因此称相干散射，亦称经典散射
- (c) 物质对X射线的散射可以认为只是电子的散射
- (d) 相干散射仅占入射能量的极小部分
- (e) 相干散射是X射线衍射分析的基础

7. X射线的不相干散射：当X射线与自由电子或受核束缚较弱的电子碰撞时，使电子获得部分能量离开原子核而成为反冲电子，X射线能量损失，而发生波长变长的不相干散射。

8.