

现代材料测试技术 A 卷答案

一、填空题（每空 1 分，共计 20 分；答案写在下面对应的空格处，否则不得分）

1. 辐射跃迁、无辐射跃迁
2. 伸缩振动、变形振动
3. 弹性、非弹性
4. 吸收、发射、散射/光电离
5. 透射电子显微分析、扫描电子显微分析、电子探针
6. 照明、成像、记录、真空、电器系统
7. 定点、线扫描、面扫描

二、名词解释（每小题 3 分，共计 15 分）

1. 二次电子：在单电子激发过程中被入射电子轰击出来的核外电子。
2. 电磁辐射：在空间传播的交变电磁场。在空间的传播遵循波动方程，其波动性表现为反射、折射、干涉、衍射、偏振等。
3. 干涉指数：对晶面空间方位与晶面间距的标识。
4. 主共振线：电子在基态与最低激发态之间跃迁所产生的谱线则称为主共振线
5. 特征X射线：迭加于连续谱上，具有特定波长的X射线谱，又称单色X射线谱。

三、判断题（每小题 2 分，共计 20 分）

1√ 2√ 3√ 4× 5√ 6√ 7√ 8√ 9× 10×

四、简答题（共计 30 分）

1. 答：按照波长的顺序，可分为：（1）长波部分，包括射频波与微波。长波辐射光子能量低，与物质间隔很小的能级跃迁能量相适应，主要通过分子转动能级跃迁或电子自旋或核自旋形成；（2）中间部分，包括紫外线、可见光核红外线，统称为光学光谱，此部分辐射光子能量与原子或分子的外层电子的能级跃迁相适应；（3）短波部分，包括 X 射线和 γ 射线，此部分可称射线谱。X 射线产生于原子内层电子能级跃迁，而 γ 射线产生于核反应。

2. 答：晶胞所含各原子相应方向上散射波的合成波称为结构因子。

体心点阵每个晶胞中有 2 个同类原子，其坐标为(0,0,0)和($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$)，其原子散射因子相同

$$\begin{aligned} F_{HKL}^2 &= f_a^2 \left[\cos 2\pi(0) + \cos 2\pi \left(\frac{1}{2}H + \frac{1}{2}K + \frac{1}{2}L \right) \right]^2 \\ &\quad + f_a^2 \left[\sin 2\pi(0) + \sin 2\pi \left(\frac{1}{2}H + \frac{1}{2}K + \frac{1}{2}L \right) \right]^2 \\ &= f_a^2 [1 + \cos \pi(H + K + L)]^2 \end{aligned}$$

分析

$$F_{HKL}^2 = f_a^2 (1 + 1)^2 = 4f_a^2$$

当 H+K+L 为偶数时，

$$F_{HKL} = 2f_a$$

当 $H+K+L$ 为奇数时, $F_{hkl}^2 = f_i^2(1-1)^2 = 0$

在体心点阵中, 只有当 $H+K+L$ 为偶数时才能产生衍射

3. 答: 由于库仑相互作用, 入射电子在固体中的散射比 X 射线强得多, 同样固体对电子的“吸收”比对 X 射线的吸收快得多. 电子吸收主要指由于电子能量衰减而引起的强度(电子数)衰减

电子激发过程有差别, 多数情况下激发二次电子是入射电子能量损失的主要过程.

X 射线激发固体中原子内层电子使原子电离, 原子在发射光电子的同时内层出现空位, 此时原子(实际是离子)处于激发态, 过程可称为退激发或去激发过程. 退激发过程有两种互相竞争的方式, 即发射特征 X 射线或发射俄歇电子. 两者能量相似, 在固体中传播时经历非弹性散射, 其逸出深度近似等于非弹性散射平均自由程.

4. 答: 采用透射电子显微镜来分析. 处理流程如下:

超声切割机 $\Phi 3\text{mm}$

初减薄: 制备厚度约 $100\text{-}200\mu\text{m}$ 的薄片, 平面磨

预减薄: 从圆片的一侧或两侧将圆片中心区域减薄至数 μm , 机械研磨

终减薄: $100\text{-}200\text{nm}$, 电解抛光或离子减薄

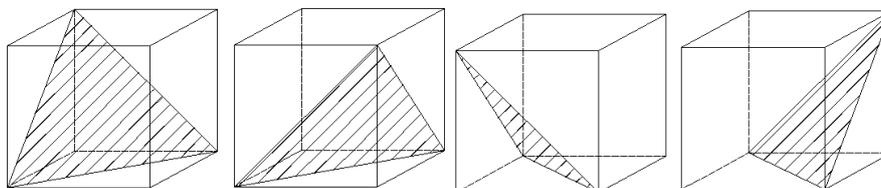
最后得到 $\Phi 3\text{mm}$ 有微细穿孔的薄片样品

5. 答: 在程序控制温度条件下, 测量样品与参比物(基准物, 是在测量温度范围内不发生任何热效应的物质)之间的温度差与温度关系的一种热分析方法。

| 现象 | | 吸热 | 放热 | 现象 | | 吸热 | 放热 |
|-------|------|----|----|--------|---------|----|----|
| 物理的原因 | 结晶转变 | ○ | ○ | 化学的原因 | 化学吸附 | | ○ |
| | 熔融 | ○ | | | 析出 | ○ | |
| | 气化 | ○ | | | 脱水 | ○ | |
| | 升华 | ○ | | | 分解 | ○ | ○ |
| | 吸附 | | ○ | | 氧化度降低 | | ○ |
| | 脱附 | ○ | | | 氧化(气体中) | | ○ |
| | 吸收 | ○ | | | 还原(气体中) | ○ | |
| | | | | 氧化还原反应 | ○ | ○ | |

五、分析题(共计 15 分; 1 (8 分), 2 (7 分))

1. 答:



$$\{111\} \quad \{11\bar{1}\} \quad \{\bar{1}11\} \quad \{1\bar{1}1\}$$

(111)和(110)的夹角约为 35° 。

2. 答：根据光谱选律：(1)主量子数变化 $\Delta n=0$ 或任意正整数；(2)总角量子数变化 $\Delta L=\pm 1$ ；(3)

内量子数变化 $\Delta J=0, \pm 1$ (但 $J=0$ 时, $\Delta J=0$ 的跃迁是禁阻的)；(4)总自旋量子数的变化 $\Delta S=0$ 。

可以得知 $3^1S_0-3^1P_1$ 可以跃迁，但是 $3^1S_0-3^1D_2$ 由于 ΔJ 不满足光谱选律，不能发生跃迁。