

## 2012 年合肥工业大学材料测试分析方法复试试题

### 一、选择题 ( )

1. 有一倒易矢量为  $g^* = 2a^* + 2b^* + c^*$ ，与它对应的正空间晶面是 ( )。  
A. (210); B. (220); C. (221); D. (110);。
2. 测角仪中，探测器的转速与试样的转速关系是 ( )。  
A. 保持同步 1 : 1 ; B. 2 : 1 ; C. 1 : 2 ; D. 1 : 0 。
3. X 射线物相定性分析时，若已知材料的物相可以查 ( ) 进行核对。  
A. Hanawalt 索引; B. Fenk 索引; C. Davey 索引; D. A 或 B。
4. 可以提高 TEM 的衬度的光栏是 ( )。  
A. 第二聚光镜光栏; B. 物镜光栏; C. 选区光栏; D. 其它光栏。
5. 将某一衍射斑点移到荧光屏中心并用物镜光栏套住该衍射斑点成像，这是 ( )。  
A. 明场像; B. 暗场像; C. 中心暗场像; D. 弱束暗场像。
6. 已知一位错线在选择操作反射  $g_1 = (110)$  和  $g_2 = (111)$  时，位错不可见，那么它的布氏矢量是 ( )。  
A.  $b = (0 \ -1 \ 0)$ ; B.  $b = (1 \ -1 \ 0)$ ; C.  $b = (0 \ -1 \ 1)$ ; D.  $b = (0 \ 1 \ 0)$ 。
7. 仅仅反映固体样品表面形貌信息的物理信号是 ( )。  
A. 背散射电子; B. 二次电子; C. 吸收电子; D. 透射电子。
8. M 层电子回迁到 K 层后，多余的能量放出的特征 X 射线称 ( )  
A.  $K\alpha$ ; B.  $K\beta$ ; C.  $K\gamma$ ; D.  $L\alpha$ 。

### 二、填空题

1. 电子衍射产生的复杂衍射花样是 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
2. X 射线与物质相互作用可以产生\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
3. 倒易矢量的方向是对应正空间晶面的\_\_\_\_\_；倒易矢量的长度等于对应\_\_\_\_\_。
4. X 射线测定应力常用仪器有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，常用方法有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
5. 电磁透镜的像差包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

### 三、名词解释

1. 倒易点阵——
2. 景深与焦长——
3. 偏离矢量 S
4. 选区衍射——

### 四、分析题

1. 用  $Cu \ K\alpha$  X 射线摄得的  $Ni_3Al$  德拜相上共有十条线对其  $\theta$  角为：21.89°，25.55°，37.59°，45.66°，48.37°，59.46°，69.64°，74.05°，74.61°，已知  $Ni_3Al$  为立方晶系，试标定指数，并求点阵常数。(15分)

解：∵  $\sin^2\theta_1 : \sin^2\theta_2 : \sin^2\theta_3 : \dots = N_1 : N_2 : N_3 : \dots$

∴ 由题可得：

衍射线 序号	N	$N_i/N_1$	hkl
1	3	1	111

2	4	1.33	200
3	8	2.66	220
4	11	3.67	311
5	12	4	222
6	16	5.33	400
7	19	6.33	331
8	20	6.67	420
9	24	8	422
10	27	9	333, 511

∴Ni<sub>3</sub>Al 为面心立方。

又∵

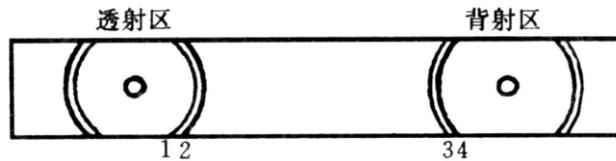
$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4a^2} (h^2 + k^2 + l^2)$$

取  $\theta = 21.89^\circ$ ，查得 Cu K<sub>α</sub> 的波长  $\lambda = 0.1541 \text{ nm}$ ， $h=1$ ， $l=1$ ， $k=1$

带入上式可得

点阵常数  $a = 3.58 \text{ nm}$

2. 图题为某样品德拜相（示意图），拍照时未经滤波。已知 1、2 为同一晶面衍射线，3、4 为另一晶面衍射线。试对此现象作出解释。（15 分）



答：未经滤波，即未加滤波片，因此 K 系特征谱线的  $k_\alpha$ 、 $k_\beta$  两条谱线会在晶体中同时发生衍射产生两套衍射花样，所以会在透射区和背射区各产生两条衍射花样。

3. 物相定性分析的原理是什么？对食盐进行化学分析与物相定性分析，所得信息有何不同？（20 分）

答：物相定性分析的原理：X 射线在某种晶体上的衍射必然反映出带有晶体特征的特定的衍射花样（衍射位置  $\theta$ 、衍射强度  $I$ ），而没有两种结晶物质会给出完全相同的衍射花样，所以我们才能根据衍射花样与晶体结构一一对应的关系，来确定某一物相。

对食盐进行化学分析，只可得出组成物质的元素种类（Na, Cl 等）及其含量，却不能说明其存在状态，亦即不能说明其是何种晶体结构，同种元素虽然成分不发生变化，但可以不同晶体状态存在，对化合物更是如此。定性分析的任务就是鉴别待测样由哪些物相所组成。

4. 分别说明成像操作与衍射操作时各级透镜（像平面与物平面）之间的相对位置关系，并画出光路图。（20 分）

答：如果把中间镜的物平面和物镜的像平面重合，则在荧光屏上得到一幅放大像，这就是电子显微镜中的成像操作，如图（a）所示。如果把中间镜的物平面和物镜的后焦面重合，则在荧光屏上得到一幅电子衍射花样，这就是电子显微镜中的电子衍射操作，如图（b）所示。

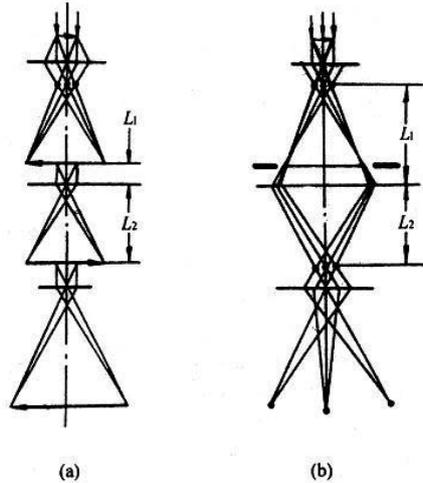


图 5-16 成像系统光路  
(a)高倍放大; (b)电子衍射

5. 用爱瓦尔德图解法证明布拉格定律。(20)

答: 作一个长度等于  $1/\lambda$  的矢量  $K_0$ , 使它平行于入射光束, 并取该矢量的端点  $O$  作为倒点阵的原点。然后用与矢量  $K_0$  相同的比例尺作倒点阵。以矢量  $K_0$  的起始点  $C$  为圆心, 以  $1/\lambda$  为半径作一球, 则从 (HKL) 面上产生衍射的条件是对应的倒结点 HKL (图中的  $P$  点) 必须处于此球面上, 而衍射线束的方向即是  $C$  至  $P$  点的联接线方向, 即图中的矢量  $K$  的方向。当上述条件满足时, 矢量  $(K - K_0)$  就是倒点阵原点  $O$  至倒结点  $P$  (HKL) 的联结矢量  $OP$ , 即倒格矢

$R^*_{HKL}$ 。于是衍射方程  $K - K_0 = R^*_{HKL}$  得到了满足。即倒易点阵空间的衍射条件方程成立。

又由  $g^* = R^*_{HK}$

$$2 \sin \theta \cdot 1/\lambda = g^*$$

$$2 \sin \theta \cdot 1/\lambda = 1/d$$

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

证毕。

(类似解释: 首先作晶体的倒易点阵,  $O$  为倒易原点。入射线沿  $O' O$  方向入射, 且令  $O' O = S_0/\lambda$ 。以  $O'$  为球心, 以  $1/\lambda$  为半径画一球, 称反射球。若球面与倒易点  $B$  相交, 连  $O' B$  则有  $O' B - S_0/\lambda = OB$ , 这里  $OB$  为一倒易矢量。因  $O' O = OB = 1/\lambda$ , 故  $\triangle O' OB$  为与等腰三角形等效,  $O' B$  是一衍射线方向。由此可见, 当 x 射线沿  $O' O$  方向入射的情况下, 所有能发生反射的晶面, 其倒易点都应落在以  $O'$  为球心。以  $1/\lambda$  为半径的球面上, 从球心  $O'$  指向倒易点的方向是相应晶面反射线的方向。)