

华南理工大学
2016 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(试卷上做答无效, 请在答题纸上做答, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 材料物理化学

适用专业: 生物医学工程, 材料学, 材料工程(专业学位), 生物医学工程(专业学位)

共 5 页

一、选择题: (共 20 分, 每空 2 分)

1、在氧离子立方密堆中, 若一半八面体空隙均填充一种阳离子, 则该阳离子的价态为 ()

- (A) +1 价 (B) +2 价
(C) +3 价 (D) +4 价

2、CsCl 属萤石结构, Cs^+ 离子半径为 0.170 nm, Cl^- 半径为 0.181 nm, 则 CsCl 所占据的空间分数是 ()。假设 Cs^+ 离子和 Cl^- 离子沿体对角线接触

- (A) 68% (B) 72% (C) 56% (D) 45%

3、 ABO_3 钙钛矿型结构中, B 离子占据 ()

- (A) 四面体空隙 (B) 八面体空隙
(C) 立方体空隙 (D) 三方柱空隙

4、硅酸盐晶体与玻璃体的不同之处在于 ()

- (A) 晶体中的 Si-O-Si 键角确定不变而玻璃体的键角严重扭曲
(B) 晶体的键角并非确定不变, 而玻璃体则有确定不变的键角
(C) 晶体中只有一种构造单元-络阴离子团, 该构造单元有规律周期性排列, 玻璃体中的构造单元虽有重复但无规律
(D) 晶体中的各个组成不同的构造单元有规律的周期性重复排列, 而玻璃体中的各种构造单元的排列是近程有序, 微不均匀性的

5、一种玻璃, 其组成是 10% Na_2O , 20% CaO 和 70% SiO_2 , 这种玻璃的网络参数是 ()

- (A) $R=2.42$ $X=0.82$ (B) $R=2.39$ $X=0.78$
(C) $R=2$ $X=0$ (D) $R=3$ $X=2$

6、非化学计量化合物为半导体, 其缺陷浓度与周围气氛的性质及分压有关。当增大氧气分压时, Zn_{1+x}O 和 TiO_{2-x} 的电导率的变化是 ()

- (A) 增大, 增大 (B) 增大, 减小
(C) 减小, 增大 (D) 减小, 减小

7、当液体与固体相接触，液体润湿固体表面，则两相的表面张力关系为（ ）

- (A) $\gamma_{SV} - \gamma_{SL} > \gamma_{LV}$ (B) $\gamma_{SV} - \gamma_{SL} < \gamma_{LV}$
(C) $\gamma_{SV} > \gamma_{SL}$ (D) $\gamma_{SV} < \gamma_{SL}$

8、在烧结过程中，只改变气孔形状而不引起坯体致密化的传质方式是（ ）。

- (A) 晶格扩散； (B) 粘性流动； (C) 蒸发-凝聚； (D) 溶解-沉淀

9、在扩散系数的热力学关系中， $\left(1 + \frac{\partial \ln \gamma_i}{\partial \ln N_i}\right)$ 成为扩散系数的热力学因子，理想混

合体系中：当扩散系数热力学因子 >0 时，扩散结果使溶质（ ）；当扩散系数热力学因子 <0 时，扩散使溶质（ ）。

- (A) 发生偏聚； (B) 浓度不改变； (C) 浓度趋于均匀；

二、填空（共 25 分，每空 1 分）

1、晶体结构与它的（1）、（2）和（3）有关。

2、在负离子做立方密堆积的晶体中，为获得稳定的晶体结构，正离子将所有的八面体空隙位置均填满的晶体有（4）型；所有的四面体空隙均填满的晶体有（5）型；填满一半四面体空隙的晶体有（6）型；填满一半八面体空隙的晶体有（7）型

3、小角度晶界由位错构成，其中对称倾角晶界由（8）位错构成，而扭转晶界由（9）位错构成。

4、当吸附发生时，晶体的表面结构会相应发生变化，主要的结构变化包括（10）、（11）和（12）。

5、反应 $2MgO(s) + SiO_2(s) = Mg_2SiO_4(s)$ 中各化合物的标准生成焓 $(\Delta_f H_{298}^\circ)$ 依此为 -601.7、-911.5 和 -2178.5 kJ/mol，反应在 298K 的热焓变化是（13），反应能够有效进行的必要条件是（14）。

6、熔体均匀相成核临界半径 r_k 的意义是（15），临界成核能 G_k 的意义是（16）。

7、泰曼温度指 (17) , 泰曼温度与 (18) 之间有一定关系, 如: 金属的泰曼温度为 (19) , 硅酸盐的泰曼温度为 (20) ; 泰曼温度也是 (21) 开始的温度。

8、正常晶粒长大指 (22) , 晶粒长大的速率与这些被兼并晶粒消失的速率相当, 这一过程的推动力是 (23) 。

9、异常晶粒长大又称二次再结晶, 指 (24) 。异常晶粒长大的驱动力是 (25) 。

三、问答题 (80 分)

1、(10 分) 石棉矿物透闪石 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})(\text{OH})_2$ 具有纤维状结晶习性, 而滑石 $\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)_2(\text{OH})_2$ 、高岭石 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ 和白云母 $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ 都具有片状习性; 此外, 滑石、高岭石和白云母在机械强度和吸水性等性质具有明显差异。请从结构角度来分析它们性质的差异。

2、(10 分) 一块人造黄玉, 其化学分析结果认为, 是在 Al_2O_3 中添加了 0.5mol%NiO 和 0.02mol% Cr_2O_3 。写出缺陷反应方程式及固溶式, 并通过计算预计这块人造黄玉的密度相对于 Al_2O_3 的变化。(原子量 Al :27; Ni: 59; Cr 52)

3、(12 分) 双组份 PbO-SiO_2 玻璃的熔制过程中, 常因存在还原气氛而使铅被还原, 致使玻璃失透。 PbO 含量为 87%(重量)的玻璃在 1323K 熔制时, 应用热力学说明怎样控制熔炉中气氛不使铅被还原。

设 1323K 时 87%(重量)的 PbO 活度为 0.19, 铅玻璃中, 还原气氛中进行下述反应:

$\text{PbO}(\text{l, 玻璃熔体中}) + \text{CO}(\text{g}) = \text{Pb}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, 并查热力学数据为:

	$\text{PbO}(\text{l})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{Pb}(\text{s})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta H_{298}^{\ominus} / \text{kJ} / \text{mol}$	-219.44	-110.62	0	-393.79
$\Phi_{1323} / \text{J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$	105.39	219.48	89.56	246.20

4、(15 分) 已知 MgO 多晶材料中 Mg^{2+} 本征扩散系数 (D_{in}) 和非本征扩散系数 (D_{ex}) 由下式给出

$$D_{in} = 0.249 \exp\left(-\frac{486000}{RT}\right) \text{cm}^2 / \text{s}$$

$$D_{ex} = 1.2 \times 10^{-5} \exp\left(-\frac{254500}{RT}\right) \text{cm}^2 / \text{s}$$

- (1) 分别求出 25℃ 和 1000℃ 时, Mg^{2+} 的 D_{in} 和 D_{ex} 。
- (2) 求出 Mg^{2+} 的 $\ln D \sim 1/T$ 图中, 由非本征扩散转变为本征扩散的转折点温度。
- (3) 求出 MgO 晶体的肖特基缺陷形成焓。

5、(10 分) 为观察尖晶石的形成, 用过量的 MgO 粉包围粒径为 $1 \mu\text{m}$ 的 Al_2O_3 球形颗粒, 在固定温度实验中, 第 1h 内有 20% 的 Al_2O_3 反应形成尖晶石。试根据 (1) 杨德方程; (2) 金斯特林格方程, 计算完全反应的时间。

6、(13 分) 讨论 SiO_2 相变对以下含 SiO_2 材料制备过程及材料性能的影响:

- (1) 硅砖; (2) 普通陶瓷

7、(10 分) 普通烧结为什么在气孔率达 5% 左右就停止了? 采取哪些措施可使烧结体接近材料理论密度?

四、相图 (25 分)

有一个三元相图, 如最后一页图所示, $\triangle ABC$ 中有 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 四个化合物。

- (1) 完成相图: 划分副三角形, 以箭头表示温度下降的方向和界限性质, 转熔线用双箭头表示;
- (2) 分析 E、F、H 点的性质并写出平衡关系式;
- (3) 在 $\triangle ABC$ 内有一个组成为 30%A、40%B、30%C 的配料, 试分析该配料从高温到低温的平衡析晶过程。

注：请将此图剪下，粘贴到答题纸上，用于回答问题。

