

中国科学技术大学

2013 年硕士学位研究生入学考试试题

材料科学基础

所有试题答案写在答题纸上，答案写在试卷上无效

一、单项选择题（共 30 分，每一小题 2 分）

1. 材料科学研究的材料一般（ ）

A) 全是固体 B) 气、液、固均可 C) 大部分是固体，但也包含特殊的液体

2. 电化学电池中的电极材料需是（ ）

A) 电子导体 B) 离子导体 C) 电子离子混合导体

3. 晶体中的旋转对称轴的轴次只能是（ ）

A) 1、2、3、4、5、6 B) 1、2、3、4、6 C) 2、3、4、6、10

4. 倍频晶体可以使激光的波长（ ）

A) 不变但强度增加 B) 变长 C) 变短

5. 玻璃经过长时间后变得不透明是因为（ ）

A) 有其它物质腐蚀 B) 晶体结构更加无序 C) 晶体结构变得更有序

6. 硅晶太阳能电池主要利用硅材料的（ ）

A) 半导体特性 B) 硅的稳定性 C) 硅的透光性能

7. 从单体聚合制备高分子材料的化学反应是（ ）

A) 放热反应 B) 吸热反应 C) 放热、吸热都有

8. 高温超导体的临界温度与下列接近的是（ ）

A) 40K B) 100K C) $> 300^{\circ}\text{C}$

9. 材料塑性形变时的最主要形变来源方式是（ ）

A) 孪晶 B) 晶格滑移 C) 扭折

10. ZrO_2 增韧原理是利用其受应力作用发生相变引起的（ ）效应

A) 体积收缩 B) 体积膨胀 C) 与体积变化无关

11. 氮化硅材料的硬度 ()

A) 比金刚石大 B) 比石英大 C) 比 Al_2O_3 小

12. 材料源于声子的比热在低温下按 () 趋于零

A) T^2 B) T^3 C) T^4

13. 纯金属材料线膨胀系数的大小量级一般在 ()

A) 10^{-4} B) 10^{-5} C) 10^{-6}

14. ZrO_2 比 BeO 的热导率 ()

A) 大 B) 小 C) 相近

15. 材料孔隙率增大对材料 ()

A) 热传导有利 B) 减小热容有利 C) 抗断裂性有利

二、判断题(对填“T”，错填“F”，每题2分，共10分)

1. NaCl 晶体中配位数比为 6:6, 所以每个晶胞中含有 6 个 Na 和 6 个 Cl 。 ()

2. 在 NaCl , BaCl_2 , MgCl_2 , AgCl 中, 键的离子性程度由高到低的排列为 $\text{NaCl} > \text{BaCl}_2 > \text{MgCl}_2 > \text{AgCl}$ 。 ()

3. 金属单质的光泽、传导性、密度、硬度等物理性质, 都可以用金属晶体中含有自由电子来解释。 ()

4. 在金属与非金属所生成的化合物中, 离子键极化作用强, 有可能使其溶解度降低, 生成难溶物。 ()

5. 金属晶体中不存在定域的共价键, 以致每个原子周围配位原子的个数不受价电子数的限制, 只要空间许可, 就能堆积较多的原子。 ()

三、钾(K)属A2型堆积, 晶胞参数 $a=5.247\text{\AA}$, 原子量 $M=39.10$ (共15分)

(1) 指出该晶体属于何种晶系? 具有何种布拉维格子型式? (2分)

(2) 一个结构基元代表几个金属原子? 一个晶胞内含几个结构基元? (2分)

(3) 钾(K)原子半径为多长? (4分)

(4) 钾(K)金属晶体密度为多少? (4分)

(5) 请写出X射线衍射粉末图中前三条谱线对应的衍射指标。(3分)

四、(共 10 分) 图 1 所示的是水(H_2O)的压力(对数)一温度相图。在图 1 所表示的温度压力范围内, 水具有四个单相区, 即气相(vapor)、液相(liquid)、冰 I(ice I)和冰 III(ice III)。请解答下面问题:

(1) 图中所示 A、B、C 点所在的温度压力下的水的存在状态 (6 分)

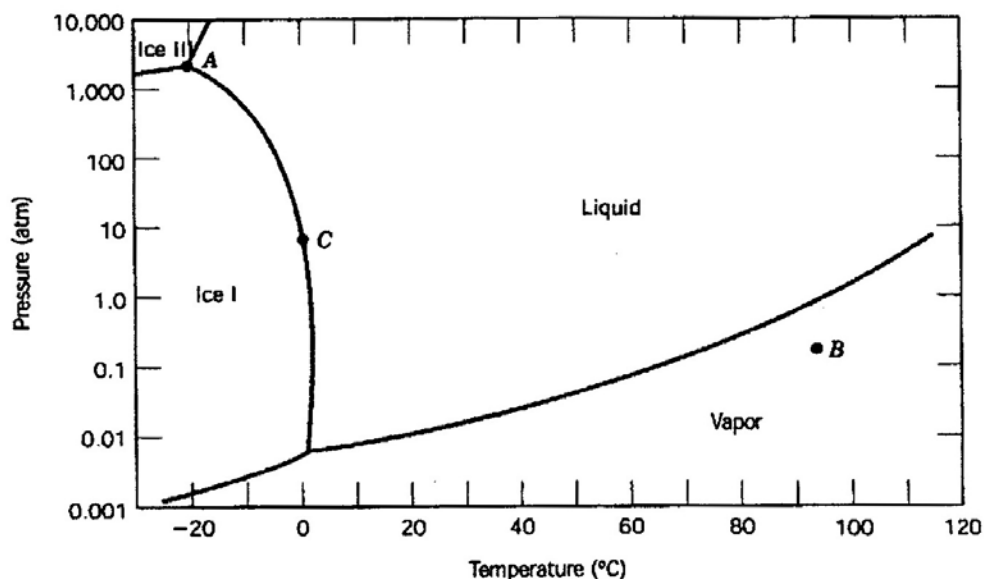


图 1, 水的压力(对数)一温度相图

(2) 考虑处于 $-10^{\circ}C$ 和 1 atm 的一块冰, 如果保持温度不变, 那么压力应当达到多少, 才能使得冰块溶化或升华? (4 分)

五、(共 20 分) 已知 MgO 、 NiO 和 CaO 均为 $NaCl$ 型结构, 如图 2 所示的二个二元相图, 一个是 MgO 与 NiO 的二元相图, 另外一个为 MgO 与 CaO 的二元相图, 但是不确定是哪一个。设在 $NaCl$ 型结构中, Mg 离子半径为 0.072 纳米, Ca 离子半径为 0.10 纳米, Ni 离子半径为 0.070 纳米。回答下列问题, 如果需要, 应当将相图的示意图画在答题卷上:

(1) $MgO-NiO$ 二元相图是 ①, $MgO-CaO$ 二元相图是 ② (填入 a 或 b 图);

(2) A 是 ③, B 是 ④, C 是 ⑤, D 是 ⑥ (填入 MgO 、 NiO 或 CaO)。

(3) 指明在 50 mol.% 成分处, 从液态到固态进行平衡冷却时所经过的相区、发生的相转变及其相转变的名称 (注意: 图 a 和图 b 都要考虑)。

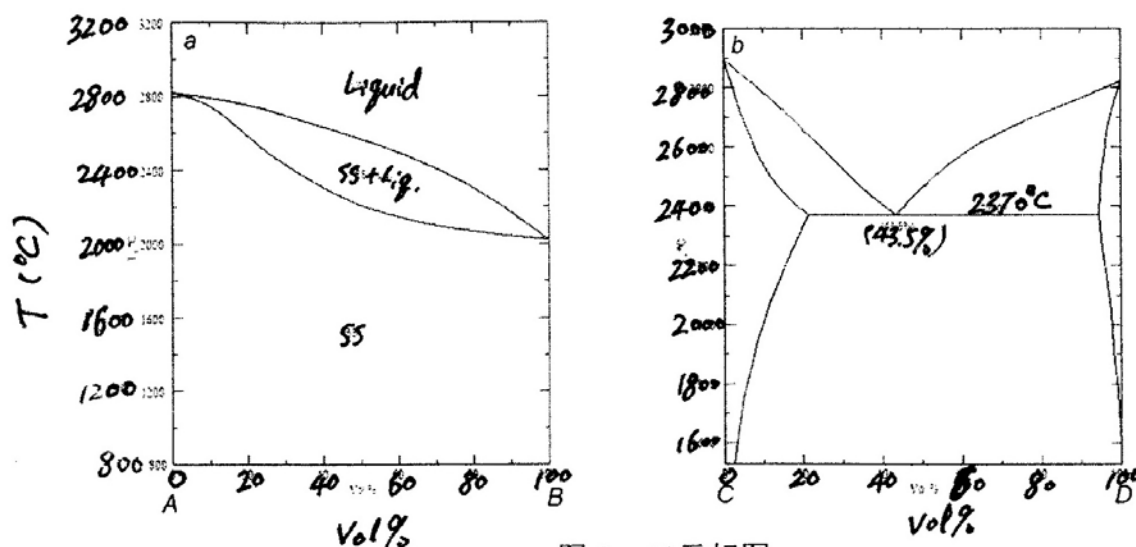


图 2, 二元相图

六、叙述题 (共 45 分):

1. 介绍压电、热释电和铁电性, 并说明压电体、热释电体和铁电体各自在晶体结构上的特点及相互性能间的联系。(10 分)
2. 如何改善无机材料的韧性? (10 分)
3. 判断高温条件下 Co 在 Co_{1-x}O 材料中的扩散系数随环境氧分压的变化, 并给出合理解释。(10 分)
4. 热分析、电子显微术和 X-射线衍射是材料科学研究的三种最常用的表征手段。根据你的知识积累或科研经历, 请分别说明它们能如何帮助材料研究。(15 分)

七、计算题 (10 分):

钢件在 540°C 的 NH_3 气氛炉内进行表面渗氮处理, 请问需要多长时间可使钢件表层下 1mm 处的氮浓度达到 0.044wt% (假定渗氮炉内的钢件表面层氮浓度可很快达到 0.20 wt% 的恒定值)。已知, 此时氮在钢件中的扩散系数为 $7.4 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$ 。(10 分)

八、自由发挥题 (10 分):

新能源技术离不开材料的发展与应用。试举出 2 种你所知道的新能源材料, 并分别给出可能的制备方法。(共 10 分, 每种 5 分)

附：误差函数表（部分）：

β	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.5	0.5205	0.5292	0.5790	0.5465	0.5549	0.5633	0.5716	0.5798	0.5879	0.5959
0.6	0.6039	0.6117	0.6194	0.6270	0.6346	0.6420	0.6494	0.6566	0.6638	0.6708
0.7	0.6778	0.6847	0.6914	0.6981	0.7047	0.7112	0.7175	0.7238	0.7300	0.7361
0.8	0.7421	0.7480	0.7538	0.7595	0.7651	0.7707	0.7751	0.7814	0.7867	0.7918
0.9	0.7969	0.8019	0.8068	0.8116	0.8163	0.8209	0.8254	0.8299	0.8342	0.8385
1.0	0.8427	0.8468	0.8508	0.8548	0.8586	0.8624	0.8651	0.8698	0.8733	0.8768