

# 中国科学技术大学

## 2014 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 20 分，每一小题 2 分）

1.  $\text{NH}_4\text{HS(s)}$ 和任意量的  $\text{NH}_3(\text{g})$ 及  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 达平衡时，下面说法正确的是（C 表示体系的独立组分数， $\Phi$ 表示体系的相数， $f$ 表示体系的自由度）：（ ）

- (A)  $C=2$ ,  $\Phi=2$ ,  $f=2$
- (B)  $C=1$ ,  $\Phi=2$ ,  $f=1$
- (C)  $C=2$ ,  $\Phi=3$ ,  $f=2$
- (D)  $C=3$ ,  $\Phi=2$ ,  $f=3$

2. 单组分体系的三相点是：（ ）

- (A) 某一温度，超过此温度，液相就不能存在
- (B) 通常发现在很靠近正常沸点的某一温度
- (C) 液体的蒸气压等于  $25^\circ\text{C}$ 时的蒸气压三倍数值时的温度
- (D) 固体、液体和气体可以平衡共存时的温度和压力

3. 当用三角形坐标来表示三组分体系的平衡相图时，若有浓度三角形 ABC，某物系的组成在平行于底边 BC 的直线上变动时，则该物系的特点是：（ ）

- (A) B 的百分含量不变； (B) A 的百分含量不变；
- (C) C 的百分含量不变； (D) B 和 C 的百分含量之比不变；

4. 某一固体在  $25^\circ\text{C}$ 和标准大气压下升华，这意味着：

- (A) 固体比液体密度大些 (B) 三相点的压力大于标准大气压
- (C) 固体比液体密度小些 (D) 三相点的压力小于标准大气压

5.  $\text{H}_2\text{O}-\text{KNO}_3-\text{NaNO}_3$  的相图（等温）如图 1 所示，则 BEC 相区内是：（ ）

- (A) 纯  $\text{NaNO}_3$  和其饱和溶液
- (B) 纯  $\text{KNO}_3$  和其饱和溶液
- (C) 含有  $\text{NaNO}_3$  和  $\text{KNO}_3$  的不饱和溶液和溶液的单相区
- (D)  $\text{KNO}_3$ 、 $\text{NaNO}_3$  和组成为 E 的饱和溶液三相共存



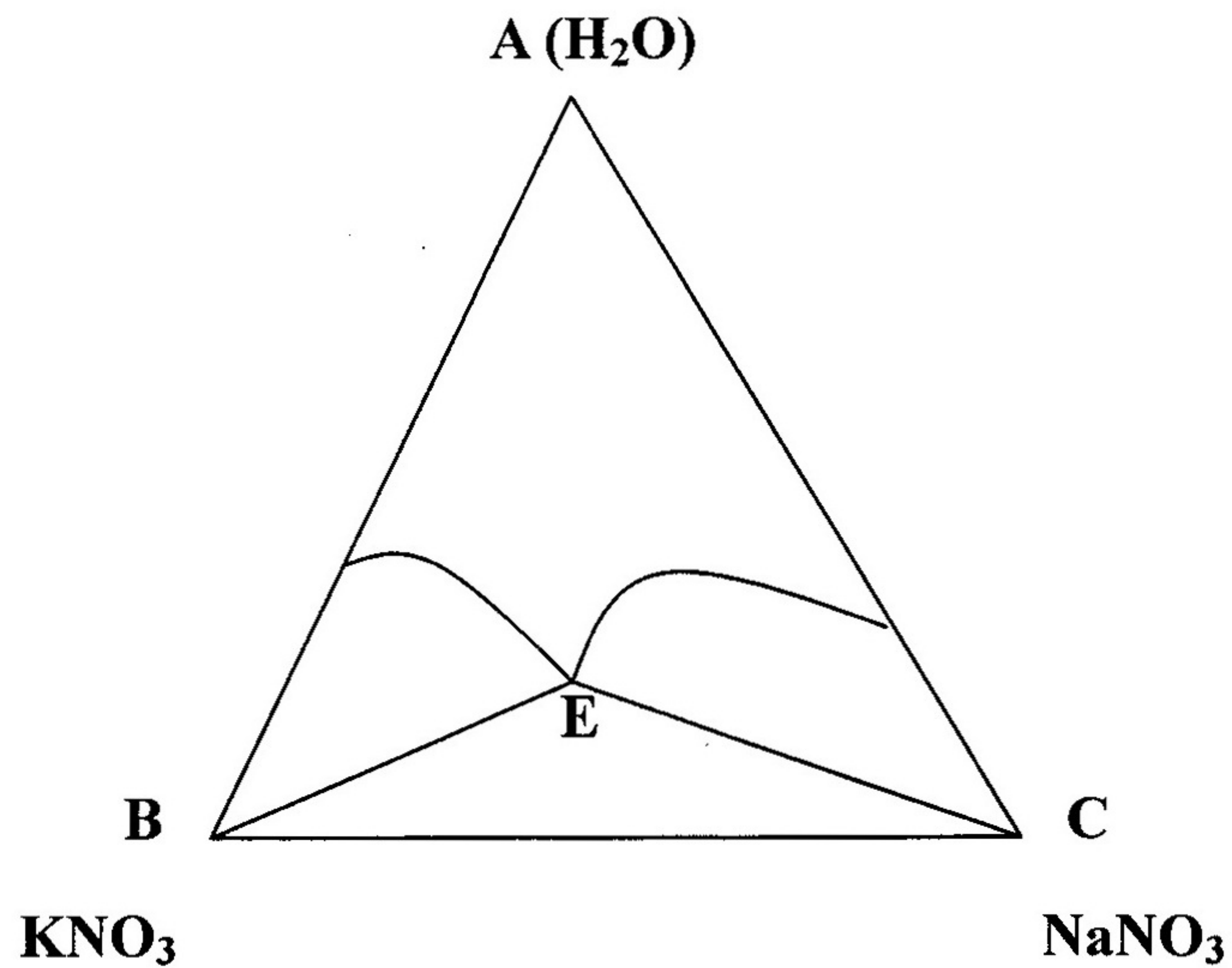


图 1

6.  $\text{LiCoO}_2$  具有岩盐( $\text{NaCl}$ )型晶体结构, 则  $\text{Li}^+$ 、 $\text{Co}^{3+}$ 周围的氧离子配位数分别是:  
 ( )  
 (A)  $\text{CN}(\text{Li}) = 1$ ,  $\text{CN}(\text{Co}) = 1$   
 (B)  $\text{CN}(\text{Li}) = 4$ ,  $\text{CN}(\text{Co}) = 4$   
 (C)  $\text{CN}(\text{Li}) = 6$ ,  $\text{CN}(\text{Co}) = 6$   
 (D)  $\text{CN}(\text{Li}) = 4$ ,  $\text{CN}(\text{Co}) = 6$
7.  $\text{CsCl}$  晶体具有下列哪种格子: ( )  
 (A) BCC  
 (B) FCC  
 (C) 立方 P 格子  
 (D) 四方 P 格子
8.  $\text{LaFeO}_3$  与  $\text{LaCoO}_3$  可以构成无限固溶体材料  $\text{LaFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ , 则  $\text{LaFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$  实际上是: ( )  
 (A) 单相物质  
 (B) 双相物质  
 (C) 三相物质  
 (D) 混合物
9. 固相反应通常都需在高温长时间完成, 主要是因为: ( )  
 (A) 高温下反应物能熔化  
 (B) 高温下固相扩散快  
 (C) 高温下有利于放热反应



(D) 固相反应不可能在低温进行

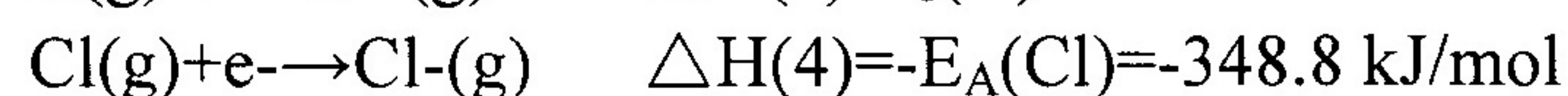
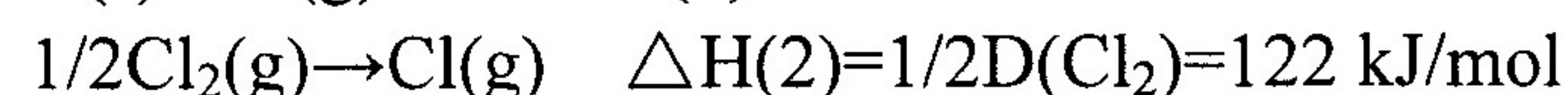
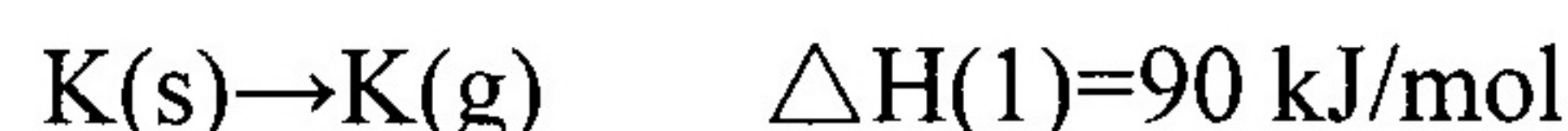
10. 某地某时刻 PM2.5 的值是 70, 表明: ( )

- (A) 粒径小于或等于 2.5nm 的微粒浓度等于  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- (B) 粒径小于或等于  $2.5 \mu\text{m}$  的微粒浓度等于  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- (C) 粒径大于或等于 2.5nm 的微粒浓度等于  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- (D) 粒径大于或等于  $2.5 \mu\text{m}$  的微粒浓度等于  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

二、判断题 (对填 “T”, 错填 “F”, 每题 2 分, 共 20 分)

- 1) 折射率一般随离子半径增加而增大( )
- 2) 自发极化是由外电场作用引起的 ( )
- 3) 乳浊釉的乳浊效果只与其成分有关 ( )
- 4) 介电损耗是由复介电常数的虚部决定的 ( )
- 5) 纤维增强复合材料  $V_f < V_{f\text{临界}}$  才有增强效果 ( )
- 6) 金刚石是目前最硬的材料 ( )
- 7) 具有亚铁磁性的尖晶石应呈正尖晶石结构 ( )
- 8) 高价正离子活化能较大 ( )
- 9) 晶体中滑移总是发生在主要晶面和主要晶向上 ( )
- 10) BeO 是热导率较高的材料 ( )

三、已知下列数据:



应用Born-Harbor循环计算 $\text{K(s)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{KCl(s)}$ 的 $\Delta H$ ,并说明是放热还是吸热。(共10分)

四、图 2 所示的是氧化钙 (CaO) 和氧化镧 ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) 的二元相图, 相图中符号的意义为: A, H = hexagonal structures (六方结构); X = cubic structure (立方结构). H ss = 六方相固溶体; CaO ss = 氧化钙相固溶体; X- $\text{La}_2\text{O}_3$  ss = 立方相氧化镧固溶体等。请根据相图回答下列问题: (每问 5 分, 共 35 分)

- 1) 氧化镧有哪几种晶体结构形态?
- 2) 氧化钙在氧化镧中的最大溶解度约为多少? 氧化钙的熔点约为多



少？

- 3) 2040°C 有条等温线, 写出在等温线所示的温度和组成范围内所进行的相变过程 (或相变反应, 即自由度为 0 的相变反应式), 且以降温为例;
- 4) 1910°C 有条等温线, 写出在等温线所示的温度和组成范围内所进行的相变过程 (或相变反应, 即自由度为 0 的相变反应式), 且以降温为例;
- 5) 氧化钙加入氧化镧, 能够形成固溶体, 例如含 CaO 的 A-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ss 相。该固溶体中可能形成氧空位 (点缺陷的一种), 写出形成该缺陷的方程式;
- 6) 氧化钙加入氧化镧, 能够形成固溶体, 例如含 CaO 的 A-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ss 相。该固溶体中可能可能有间隙离子 (点缺陷的一种), 写出形成该缺陷的方程式;
- 7) 根据相图, 简述实验上如何制备 H-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ss。

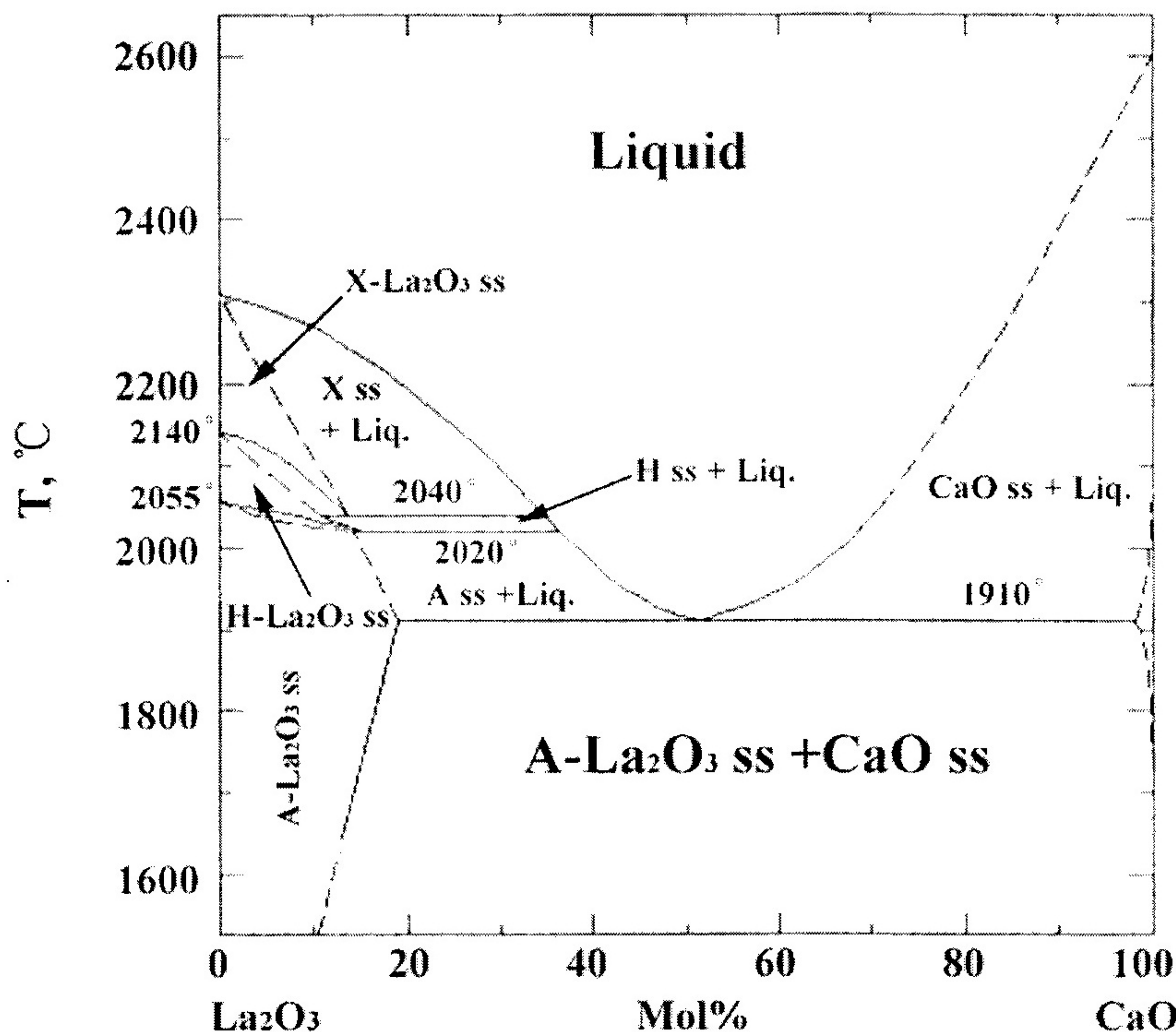
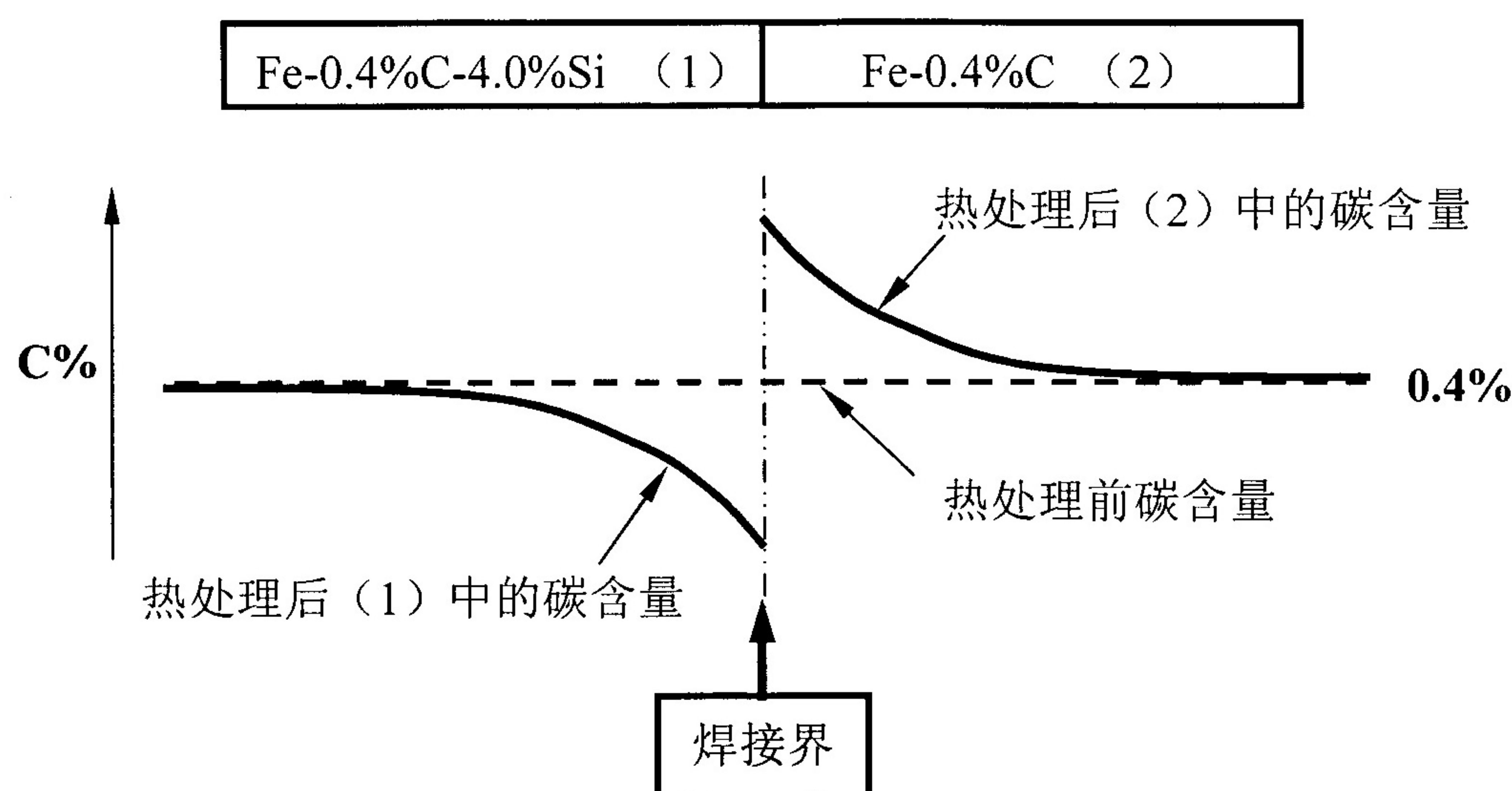


图 2: 氧化镧-氧化钙二元相图 (L. M. Lopato, L. I. Lugin, G. I. Gerasimiyuk, and A. V. Shevchenko, *Ukr. Khim. Zh. (Russ. Ed.)*, **38** [2] 143-146 (1972); *Sov. Progr. Chem. (Engl. Transl.)*, **38** [2] 32-34 (1972))



五、已知某合金材料具有透氢性能。用该合金制成厚度为 0.1mm 的致密平板膜，300°C 条件下，当膜的一侧维持氢分压恒为 1atm，另一侧抽真空，测得膜的氢气 (H<sub>2</sub>) 渗透通量为 10<sup>-6</sup>mol/cm<sup>2</sup>/s。已知 300°C，该合金的摩尔体积为 10 cm<sup>3</sup>/mol，气相氢分压为 1atm，1 摩尔合金可溶解 0.01 摩尔氢原子。请估算这时氢原子在该合金中的化学扩散系数 (D)。(12 分)

六、如图 (示意)：将组成为 Fe-0.4%C-4.0%Si 的金属棒 1 和组成为 Fe-0.4%C 的金属棒 2 对接焊接在一起，并在 600 °C 条件下处理 24 小时。结果发现，热处理前后，焊接界面附近区域金属棒 1 和 2 内的碳含量发生了明显变化，即：金属棒 1 内的碳含量明显降低 (小于原有的 0.4%C)，而金属棒 2 的碳含量则有明显升高 (大于原有的 0.4%C)。请予以合理解释。(13 分)



七、术语解释 (15 分)

1. 超导电性 2. 铁磁性 3. 抗热震性 4. 波粒二象性 5. 滞弹性

八、简述本征半导体和杂质半导体 (选 p 型半导体为例) 的导电机制，并举出实际的材料实例。(15 分)

九、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)