

合肥工业大学 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目名称：无机材料科学基础

适用专业：材料学，材料物理与化学

(各位考生请注意：答题请写在报考点统一发放的答题纸上，写在试卷上的一律无效)

一、填空题 (每题 4 分，共 32 分)

- 高岭石具有 1:1 型结构，即硅氧四面体层与铝氧八面体层的排列方式为：一层硅氧四面体层一层铝氧八面体平行层状。
- 位于从浓度三角形 ABC 的顶点 C 引出的射线上的各点配料，其成分间的关系是线上所有各点的组成中含其他两个组分的量的比例不变。
- 尽管玻璃体处于热力学介稳态，但在室温并不会发生结晶，其原因是室温玻璃的粘度非常大，使得玻璃态自发转变为晶态很困难。
- 固体颗粒愈小，则其蒸气压和溶解度愈不变，熔化温度愈小，烧结反应速率愈大，固相反应速率愈大。(大，小，不变)
- MgO-Al₂O₃-SiO₂ 系统的低共熔物放在 Si₃N₄ 陶瓷片上，在低共熔温度下，液相的表面张力为 900mN/m，液体与固体的界面能为 600mN/m，测得接触角为 70.52°。则 Si₃N₄ 的表面张力为 500mN/m。
- 对于纯固相反应而言，压力的提高有助于提高粉体颗粒间的反应速率，其原因是增大压力有助于颗粒的接触而积焯，加速物质传递过程，使反应速度增加。
- 在陶瓷结晶釉中，常加入硅酸锌和氧化锌作为核化剂，其作用是减小晶核与基底之间的接触角，促进非均匀成核。
- 烧结 Al₂O₃ 陶瓷，往往在其配料中添加 1-2wt%MgO，其目的为抑制晶粒长大，使使气孔排除，获得充分致密的氧化铝晶体。

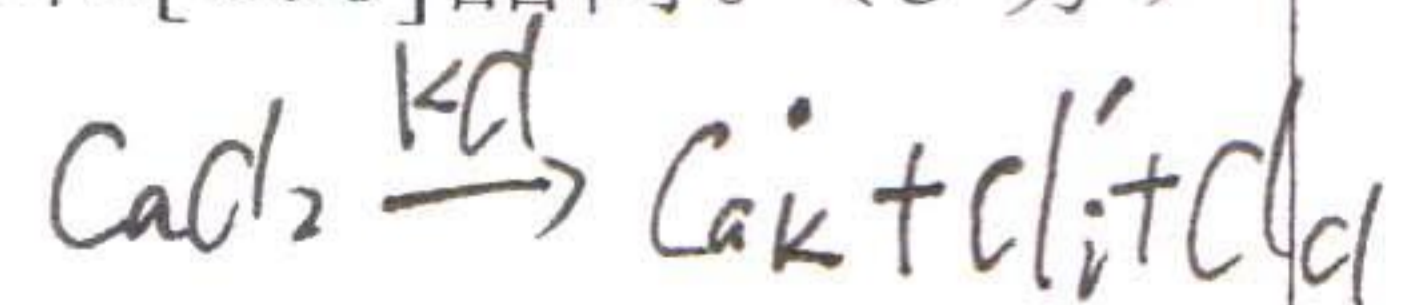
二、名词解释 (注意比较每组名词的异同)，每小题 8 分，共 24 分。

- 一致熔融化合物与不一致熔融化合物
- 空位扩散与间隙扩散 空位扩散：指原子离开正常格点位置而填入晶体中空位的过程。
- 玻璃分相的亚稳分解与不稳分解 亚稳分解：指在亚稳态中，体系从一个亚稳态位置过渡到另一个亚稳态的过程。
- 玻璃的分相(液相不混溶现象)

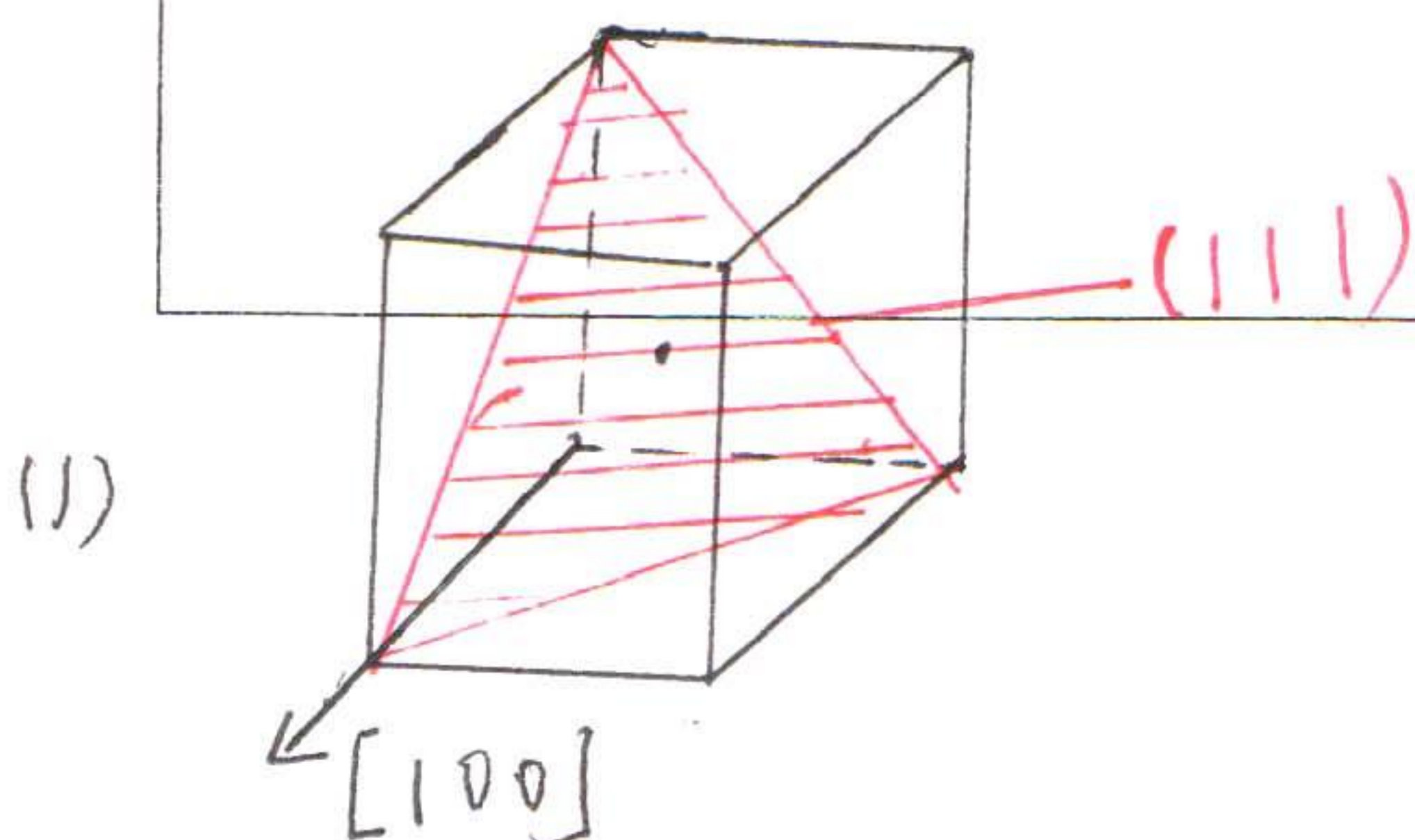
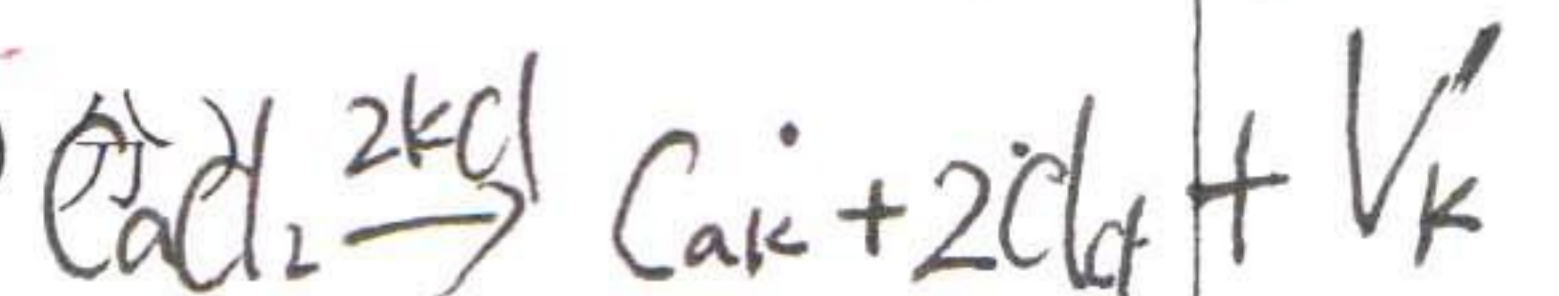
三、问答、计算 (94 分)

1、晶体学与缺陷化学知识 (10 分)

- 在 α-Fe 的体心格子 (体心立方晶胞) 中画出 (111) 晶面和 [100] 晶向。(5 分)
- 写出在 KCl 中引入 CaCl₂ 时的缺陷反应方程式。(5 分)



- 关于玻璃结构的晶子假说和无规则网络假说有何异同。(10 分)



3、粘土的很多性能与吸附阳离子的种类有关。指出粘土吸附下列不同阳离子后的性能变化规律。(用箭头→表示增大的方向)(12分)

$H^+ \quad Al^{3+} \quad Ba^{2+} \quad Sr^{2+} \quad Ca^{2+} \quad Mg^{2+} \quad NH_4^+ \quad K^+ \quad Na^+ \quad Li^+$

- ← 1) 离子置换能力 $H^+ > Al^{3+} > Ba^{2+} > Sr^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > NH_4^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$
- 2) 粘土的 ξ -电位 $H^+ > Al^{3+} > Ba^{2+} > Sr^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > NH_4^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$
- 3) 粘土的结合水 $H^+ > Al^{3+} > Ba^{2+} > Sr^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > NH_4^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$
- ← 4) 泥浆的稳定性
- ← 5) 泥浆的触变性
- ← 6) 泥团的可塑性

4、对于固相反应 $CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{加热}} CaO(s) + CO_2(g)$, 用 Φ 函数法计算反应自由能 ΔG_{900K}^0 和 ΔG_{1200K}^0 。(8分)

$$\Delta G_{R,T}^0 = \Delta H_{R,298}^0 - T \Delta \Phi_{R,T}^0$$

附相关热力学数据:

| 化合物 | ΔH_{298K}^0 (kJ/mol) | Φ'_{900K} (J/mol·K) | Φ'_{1200K} (J/mol·K) |
|-------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| $CaCO_3(s)$ | -1207.53 | 132.7 | 155.1 |
| $CaO(s)$ | -634.74 | 60.9 | 70.9 |
| $CO_2(g)$ | -393.79 | 232.8 | 242.6 |

$\Delta H_{R,298}^0 = -634.74 - 393.79 + 1207.53 = 179.00 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta \Phi_{R,900}^0 = 60.9 + 232.8 - 132.7 = 161.0 \text{ J/mol}$
 $\Delta \Phi_{R,1200}^0 = 70.9 + 242.6 - 155.1 = 158.4 \text{ J/mol}$

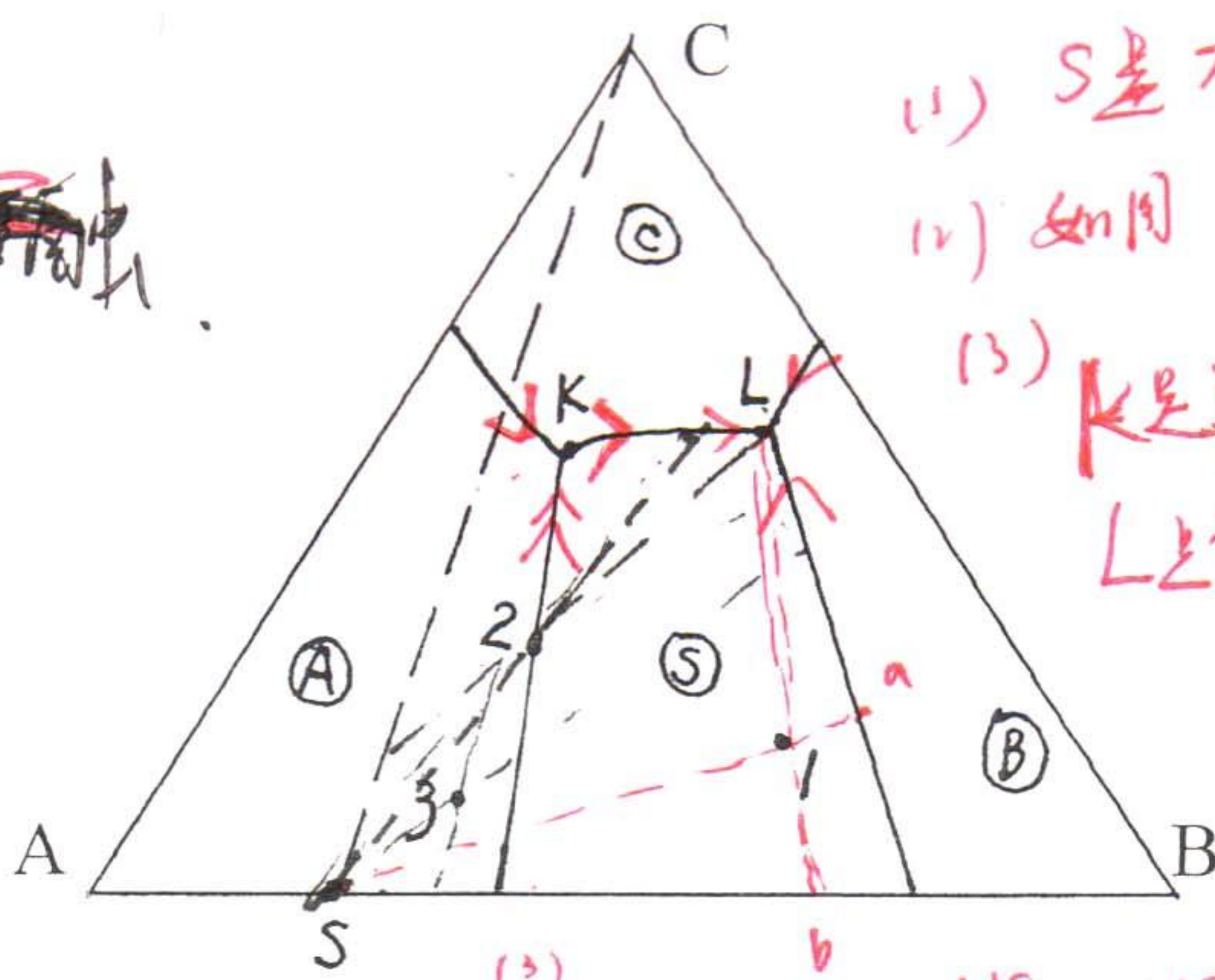
5、已知 A 和 B 两组分构成具有低共熔点的有限固溶体二元系统。试根据下列实验数据绘制概略相图 (实验数据均在达到平衡状态时测定): (10分)

A 的熔点为 $1000^\circ C$, B 的熔点为 $700^\circ C$ 。含 B 25% 的试样在 $500^\circ C$ 完全凝固, 其中含 73.3% 初晶 $S_{A(B)}$ 和 26.7% $S_{A(B)} + S_{B(A)}$ 共生体。含 B 50% 的试样在同一温度下凝固完毕, 其中含有 40% 初晶 $S_{A(B)}$ 和 60% $S_{A(B)} + S_{B(A)}$ 共生体, 而 $S_{A(B)}$ 相总量占晶相总量的 50%。

(见背面)

6、右图是一个生成二元化合物的三元相图。试分析: (22分)

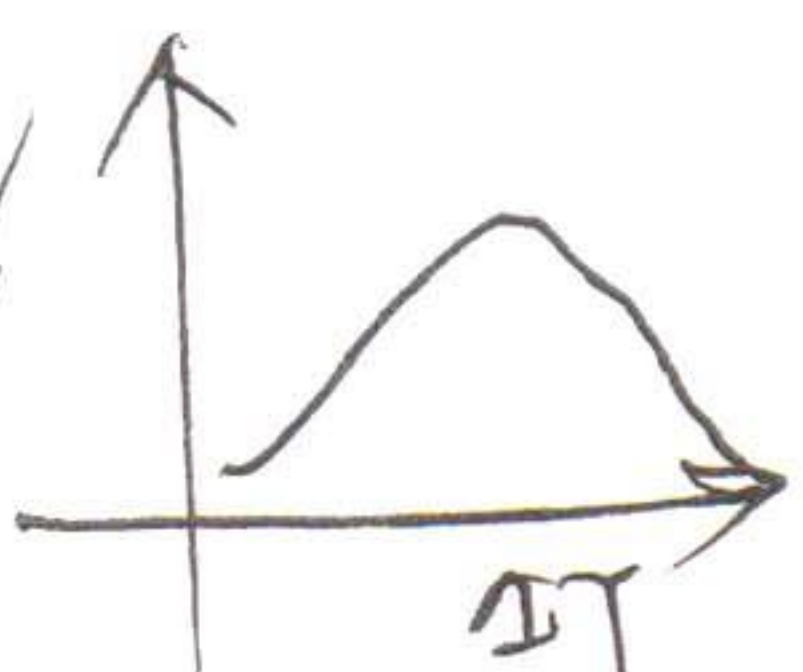
- 1) 二元化合物 S 的性质。(3分)
- 2) 界线性质及温降方向 (低共熔线用单箭头、转熔线用双箭头, 箭头由高温指向低温)。(6分)
- 2) 无变量点 K、L 的性质。(4分)
- 3) 成分 1、2、3 熔体的平衡结晶过程。(9分)



(1) S 是下-致熔二元化合物
 (2) 转熔
 (3) K 是单转熔点 $L \rightarrow C + S$
 L 是低共熔线 $L \rightarrow S + B + C$

1点: $L \rightarrow S$
 $L \rightarrow S + B + C$
 2点: $L \rightarrow S + B + C$
 3点: $S \rightarrow S + B + C$

7、分析过冷度 (ΔT) 对液-固相变 (结晶) 的形核与长大过程的影响。(10分)



8、从传质产生的原因、条件、特点等几方面比较蒸发-凝聚、固相扩散、粘 (塑) 性流动及溶解-沉淀四种传质过程的特征。(12分)