

北京工业大学 2011 年硕士研究生入学考试试题

★所有答案必须做在答题纸上, 做在试题纸上无效

一. 名词解释 (20 分, 每题 2 分).

- | | | | | |
|--------|---------|----------|---------|-----------|
| 1. 金属键 | 2. 晶胞 | 3. 置换固溶体 | 4. 位错密度 | 5. 弗兰克尔空位 |
| 6. 全位错 | 7. 共析转变 | 8. 均匀形核 | 9. 相 | 10. 过冷 |

二. 填空 (20 分, 每空 1 分)

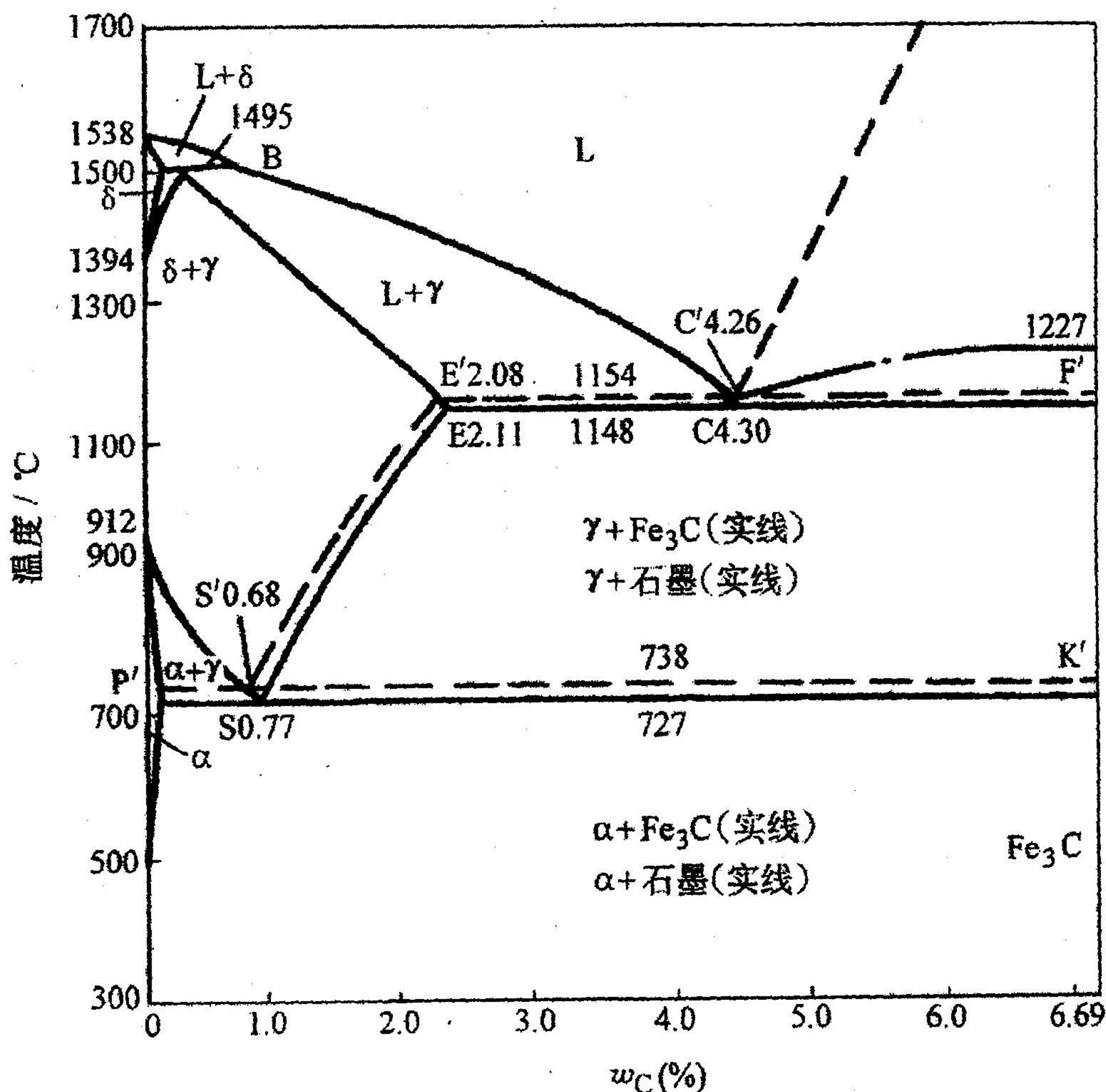
- 原子之间的结合力, 也称 (1)。它主要表现为原子间 (2) 和 (3) 的合力结果。
- 在晶体内部构造中, 由物质质点所组成的平面称为 (4); 而穿过物质质点所组成的直线方向称为 (5)。
- 原子或离子的 (6) 是指在晶体结构中, 该原子或离子的周围与它直接 (7) 的原子个数或者所有 (8) 离子的个数。
- 对应于七个晶系可能存在的空间格子形式有 (9) 种。
- 一般情况下, 金属晶体的线缺陷主要是指 (10)。
- 滑移总是沿着晶体的 (11) 和 (12) 进行。一个 (13) 和其上的一个 (14) 组成一个滑移系。
- 每一个组元在各相中的 (15) 相等是多相系统处于热力学平衡的必要条件, 也是其相平衡的必要条件。
- 三元相图的 (16) 截面可以表示三元系统在某一温度下的状态。
- 在过冷液体内形成临界晶核时 (17) 是相变的阻力。
- 晶体的结晶过程就是由晶核的不断 (18) 和 (19) 来实现的, 最后各晶体长大成多边形晶体, 称为 (20)。

三. 判断正误 (10 分, 每题 1 分)

- 氢键属于分子间力的一种, 与范德华键不同之处是, 氢键具有方向性和饱和性。()
- AB 型化合物具有与离子化合物 NaCl 或 ZnS 相同的晶体结构; AB₂ 型化合物则具有离子化合物 CaF₂ 型的晶体结构, 则 A₂B 型则为反 CaF₂ 结构。()
- 若溶质与溶剂晶体结构相同, 能形成连续固溶体, 这也是形成连续固溶体的充分条件。()
- 大多数典型金属都具有高对称性的简单晶体结构。()
- 刃型位错的柏氏矢量和位错线相垂直。()
- 点缺陷能使金属的电阻减小, 体积膨胀, 密度减小。同时能加速与扩散有关的相变、化学热处理及高温下的塑性变形和断裂等。()
- 铁素体是碳溶于 α -Fe 中的间隙固溶体, 具有体心立方晶格。()
- 由液相结晶出单相固溶体的过程称为匀晶转变。()
- 晶体长大时, 具有光滑界面晶体的生长为纵向生长。()
- 在铸锭的形成过程中, 为抑制柱状晶的发展, 可加入孕育剂, 促进非均匀形核, 减小成分过冷, 增大 G 的斜率。()

四. 论述及计算题。其中第1题至第7题为必做题, 然后考生需按照自己的专业背景选做第8题至第11题(偏重金属材料)或第12题至第15题(偏重无机材料), 注意, 不能混做。(共100分)

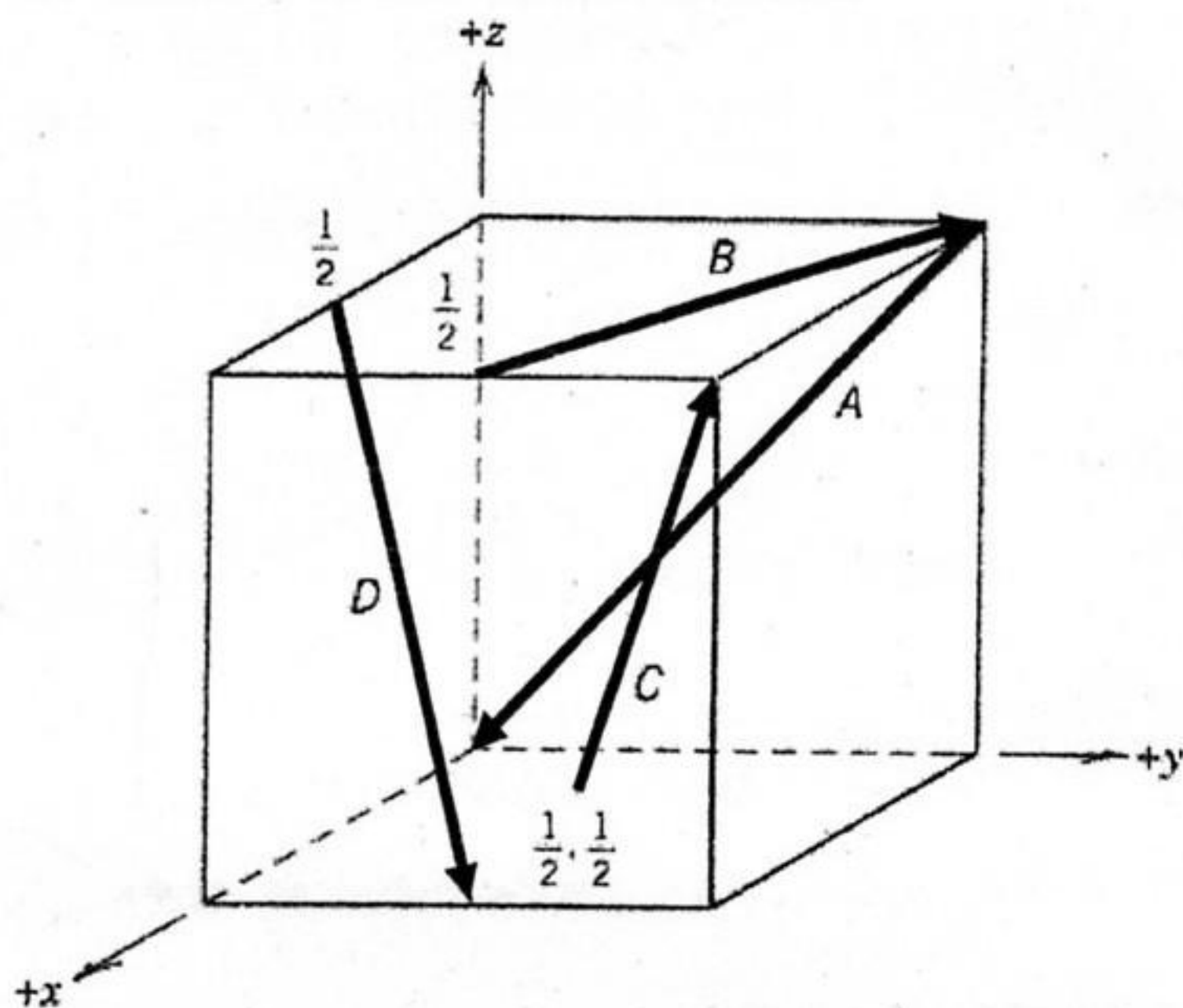
1. 纯铁为体心立方结构, 其点阵常数为 0.286nm , 求 1cm^3 中有多少铁原子, 并求其沿 $\langle 110 \rangle$ 晶向的八面体间隙半径为多少? (10分)
2. 已知与渗碳体相平衡的 $\alpha\text{-Fe}$, 其固溶度方程为 $w_C^{\alpha} = 2.55 \exp(-11.3 \times 10^3 / RT)$, 假设碳在奥氏体中的固溶度方程也类似于此方程, 试根据 $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 相图写出该方程。(10分)



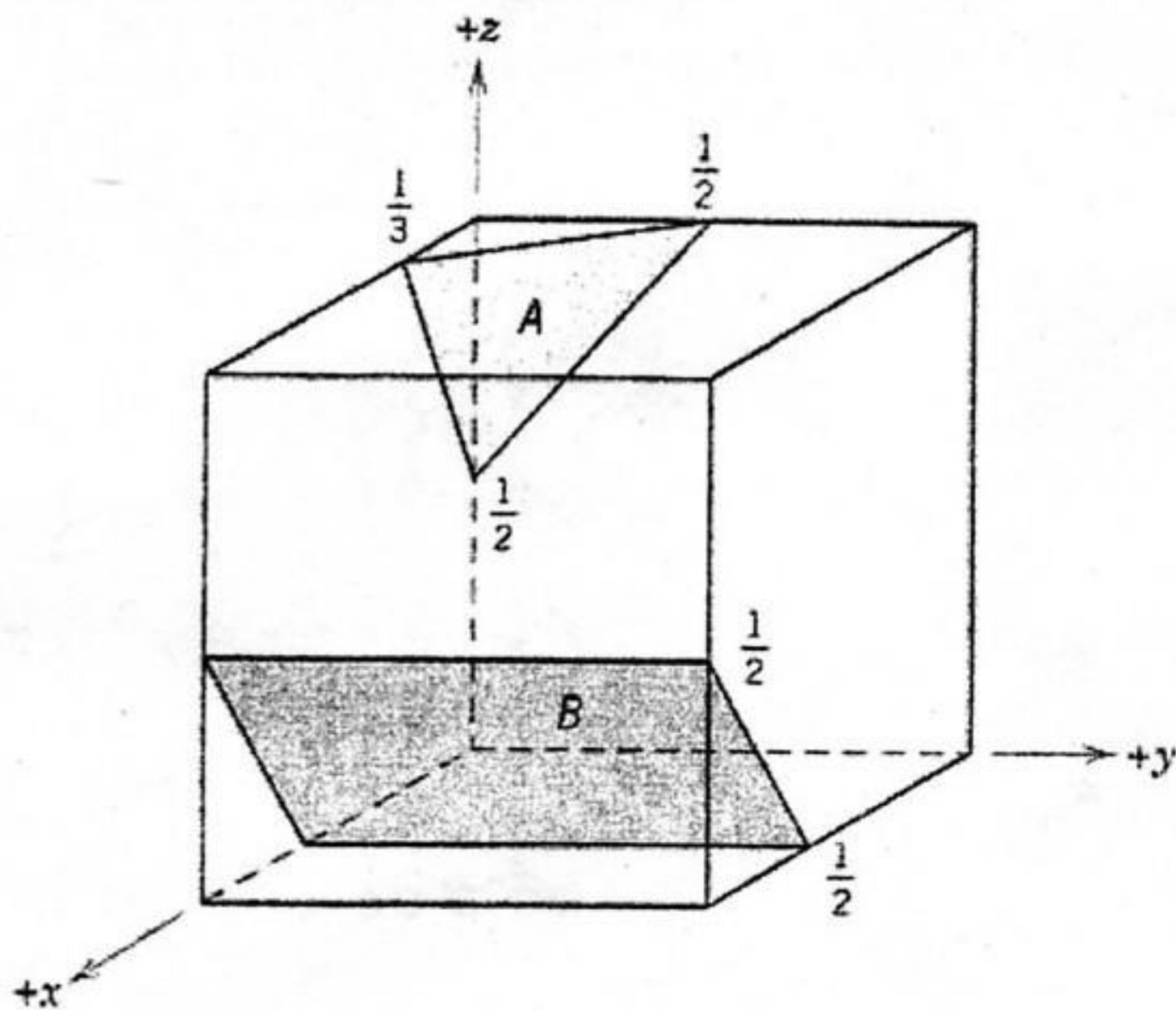
3. 一碳钢在平衡冷却条件下, 所得显微组织中, 含有 50% 的珠光体和 50% 的铁素体, 问: (10分)
 - (1) 此合金中碳的质量分数为多少?
 - (2) 若该合金加热到 730°C 时, 在平衡条件下将获得什么组织?
 - (3) 若加热到 850°C , 又将得到什么组织?
4. 何为成分过冷? 成分过冷是如何形成的, 其影响因素有哪些? (10分)

5. 铸锭组织有何特点? (6分)

6. 确定下面立方晶胞中晶向 A、B、C、D 的晶向指数。(6分)



7. 确定下面立方晶胞中晶面 A、B 的晶面指数。(3分)



下面题目偏重考查金属材料方面的基础知识:

8. 影响晶态固体中原子扩散的因素有哪些? 请逐条加以说明。(8分)
9. 有一 BCC 晶体的 $(1\bar{1}0)[111]$ 滑移系的临界分切力为 60MPa, 试问分别在 $[001]$ 和 $[010]$ 方向施加外力的时候, 滑移系能否开动? 须施加多大应力才会在此滑移系上产生滑移? (12分)
10. 如将金属的再结晶温度 T_R 定义为退火 1h 完成转变量达到 95% 的温度, 已知获得 95% 转变量所需时间为 $t_{0.95}$:

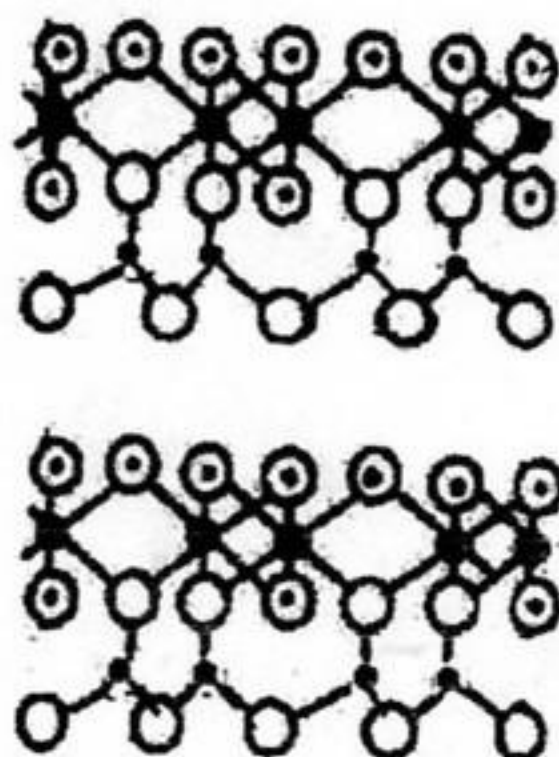
$$t_{0.95} = \left[\frac{2.85}{\dot{N} G^3} \right]^{\frac{1}{4}}$$

式中 \dot{N} , G 分别为再结晶的形核率和长大速率 (线速度), $\dot{N} = N_0 \exp(-Q_n/kT)$, $G = G_0 \exp(-Q_g/kT)$ 。

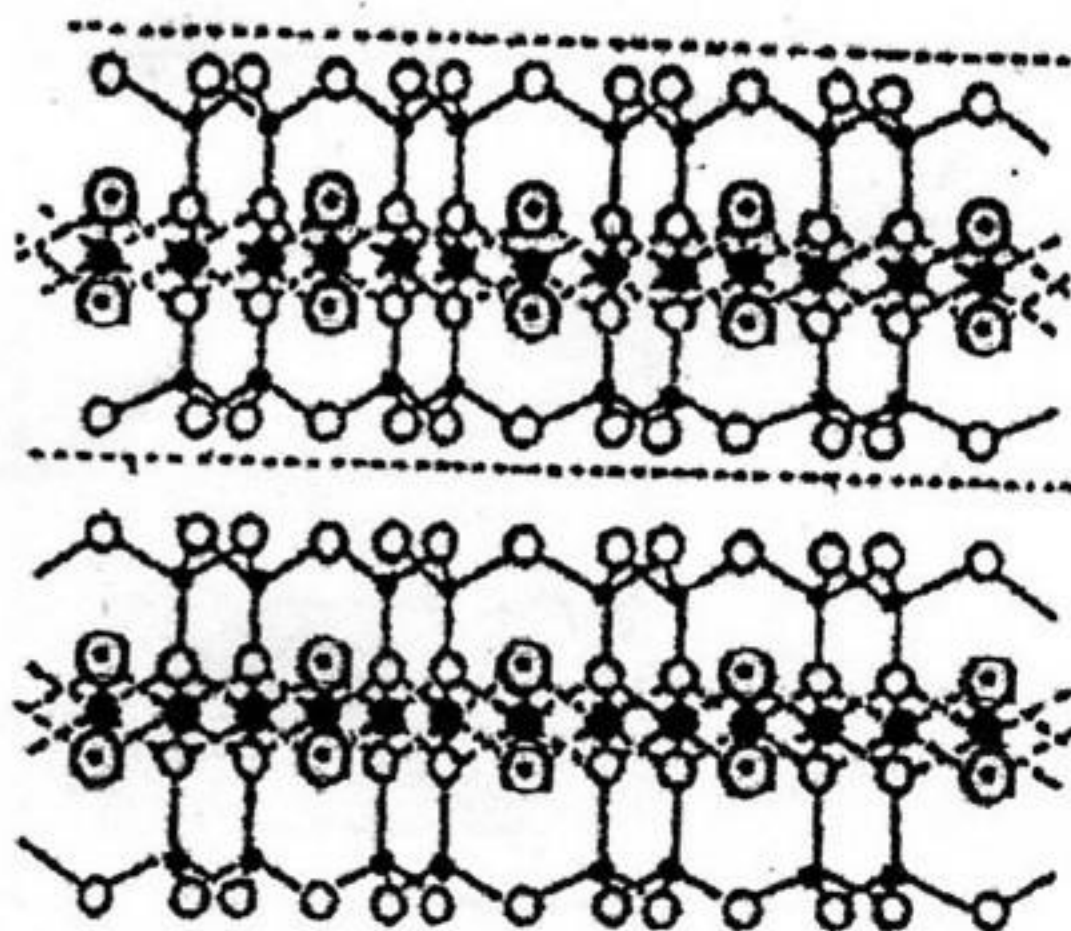
- (1) 根据上述方程导出再结晶温度 T_R 与其他参数之间的关系; (4分)
- (2) 请分别说明预变形度、原始晶粒尺寸和金属的纯度如何影响再结晶温度? (9分)
11. 钢中马氏体具有高强度、高硬度, 归因于金属材料的强化机制, 请阐述说明。(12分)

下面题目偏重考查无机材料方面的基础知识:

12. 请定性比较岛状结构的镁橄榄石、链状结构的透辉石和平面结构滑石的 Si/O 比的大小。下图中的金属元素为 Al 或 Mg, 请指出 A 图和 B 图哪个是滑石结构, 哪个是高岭土的结构, 说明二者的结构异同, 并各说出其一种工业用途。(10分)



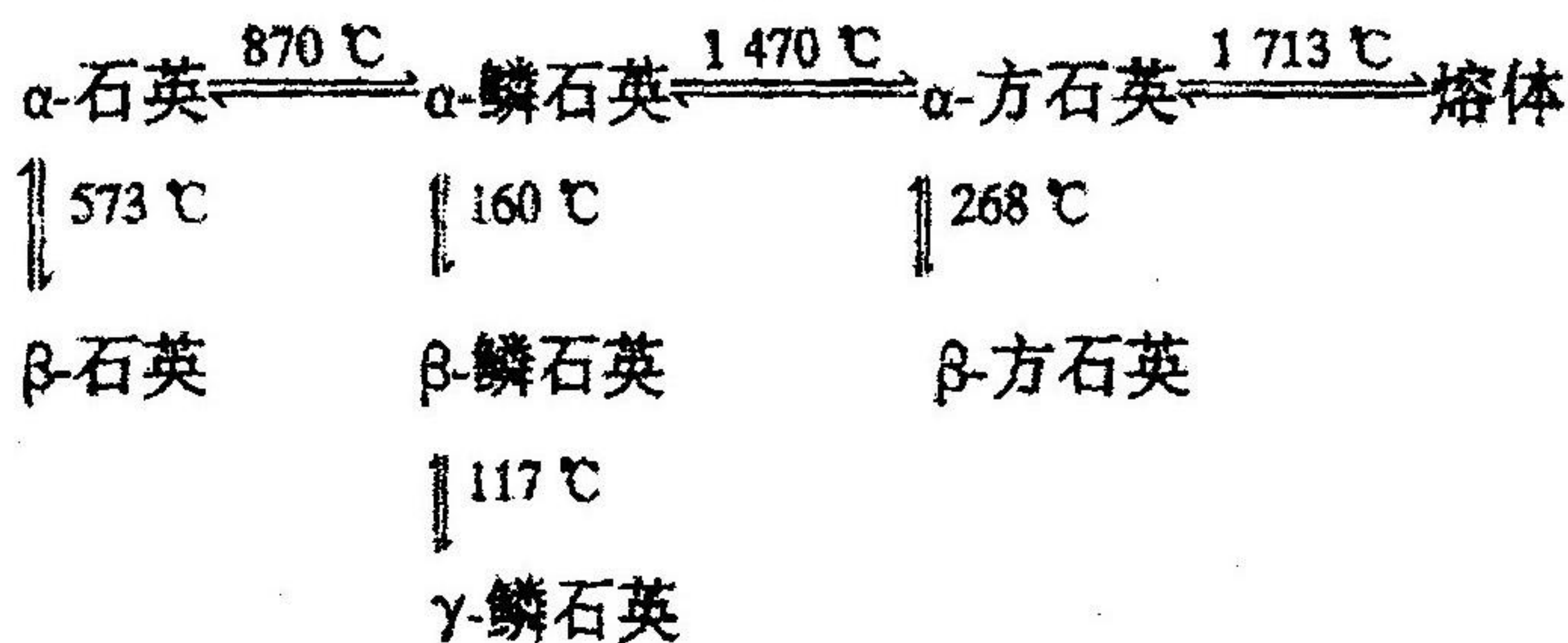
A图



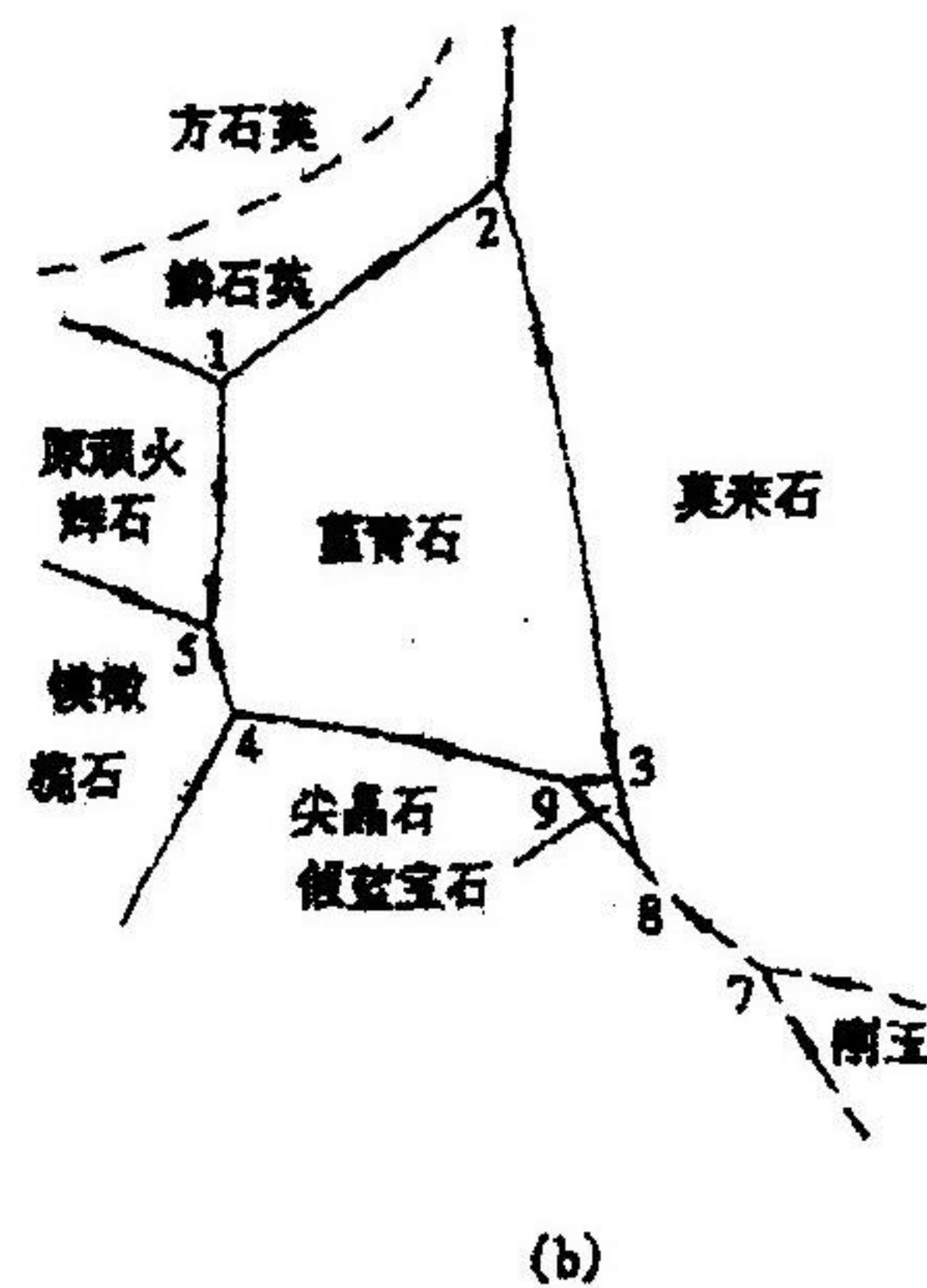
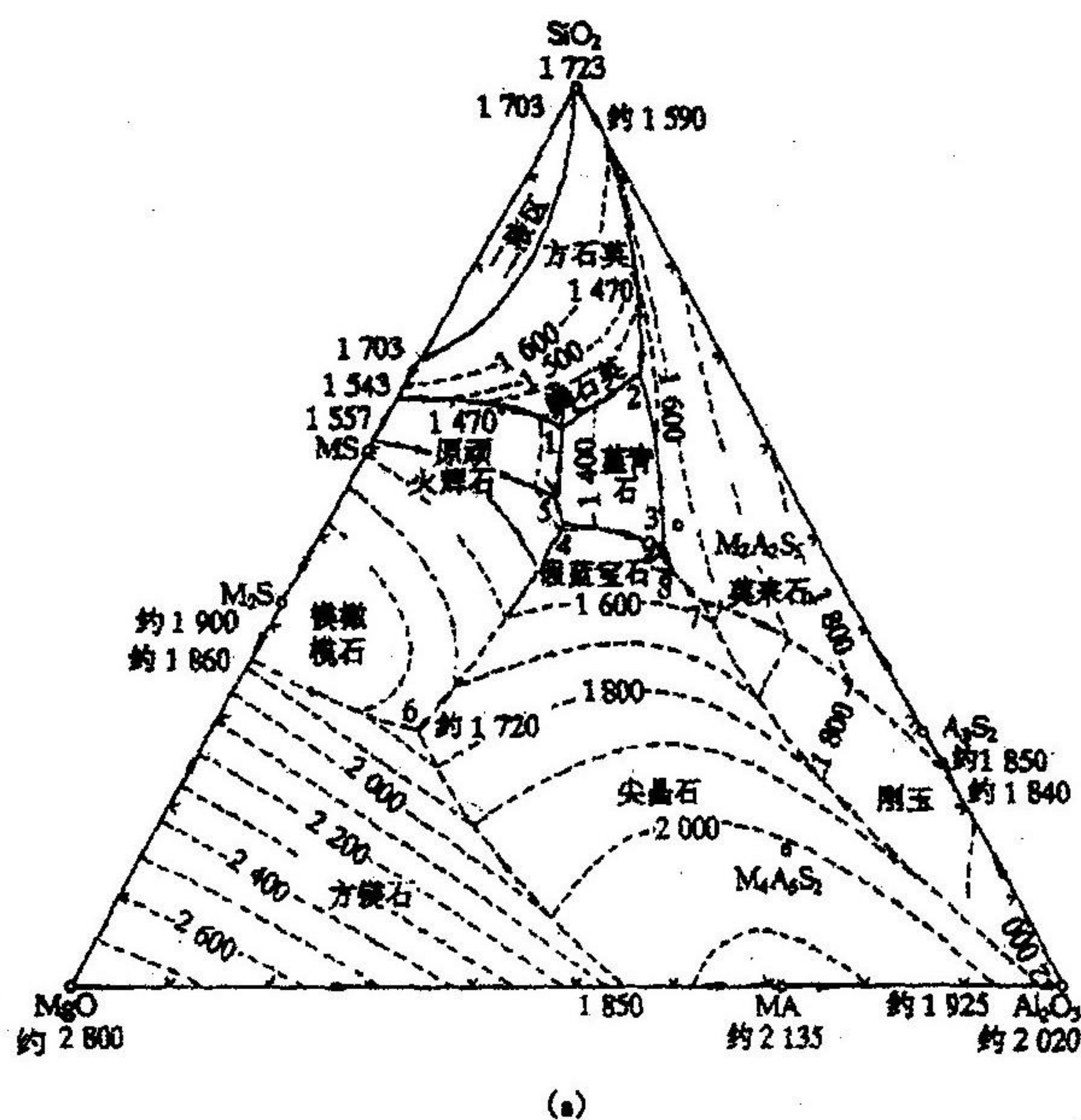
B图



13. 请说明玻璃的五大通性。指出桥氧数计算公式 $X+Y=Z$ 、 $X+Y/2=R$ 在 $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 体系中各参数的物理含义, 计算 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 玻璃的桥氧数, 并比较 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 和 $\text{Na}_2\text{O} \cdot 0.5\text{SiO}_2$ 熔体在 1400°C 下的粘度以及该二种组成玻璃在常温下的化学稳定性。(15 分)
14. 下图中二氧化硅的晶型转变图中, 水平方向和垂直方向的变化为何在温度上存在差别? 普通陶瓷的烧成降温过程中, 一般都要考虑在 573°C 附近快速降温, 为什么? 并写出 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 三元投影图中 1、4 二点的平衡相转变关系。(10 分)



石英晶体晶型转变图

 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 三元投影图

15. 一定组成的含硼硅酸盐玻璃可用于制造微孔石英玻璃, 其制造过程利用了调幅分解 (也称旋节分解) 的原理, 请说明调幅分解的热力学特征及成分变化特征, 并简述微孔石英玻璃的制造工艺。(10 分)

注: 所有答案必须做在答题纸上, 做在试题纸上无效!