

## 材料科学基础 A 习题

### 第五章 材料的变形与再结晶

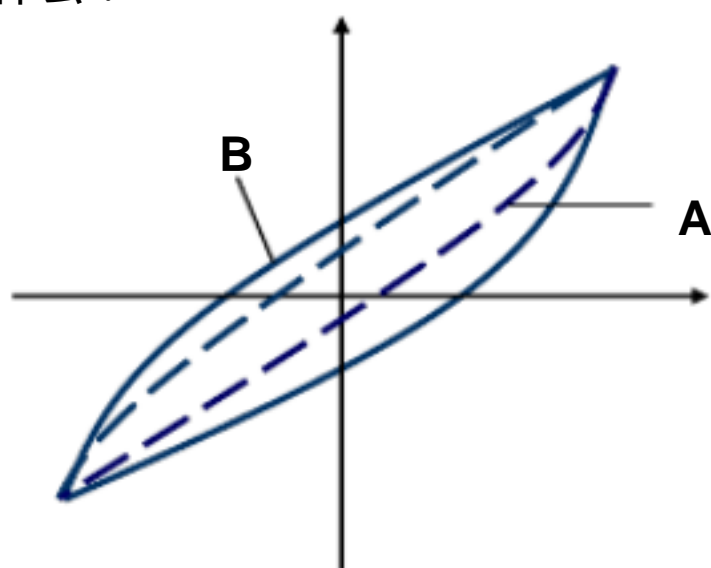
1、某金属轴类零件在使用过程中发生了过量的弹性变形，为减小该零件的弹性变形，拟采取以下措施：

- (1) 增加该零件的轴径。
- (2) 通过热处理提高其屈服强度。
- (3) 用弹性模量更大的金属制作该零件。

问哪一种措施可解决该问题，为什么？

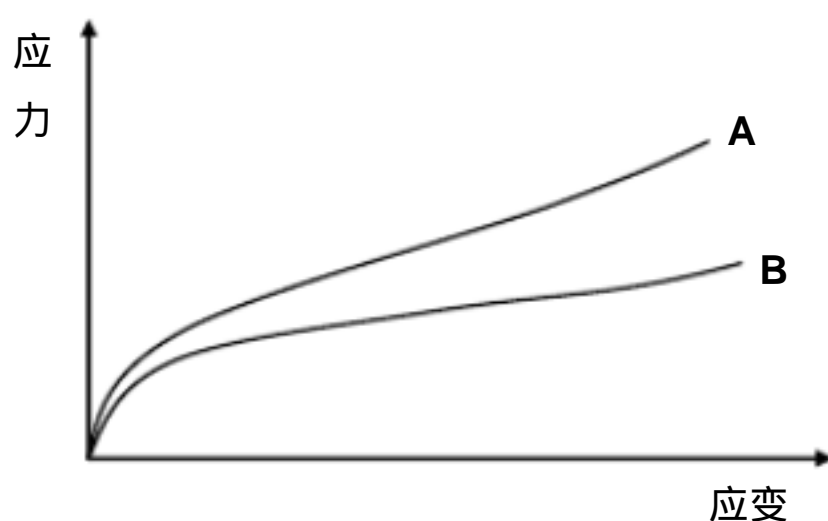
2、有铜、镍、铝、铁四种金属，现无法通过实验或查阅资料直接获知他们的弹性模量，但关于这几种金属的其他各种数据可以查阅到。请通过查阅这几种金属的其他数据确定铜、镍、铝、铁四种金属弹性模量大小的顺序（从大到小排列），并说明其理由。

3、下图为两种合金 A、B 各自的交变加载 - 卸载应力应变曲线（分别为实线和虚线），试问那一种合金作为减振材料更为合适，为什么？



4、对比晶体发生塑性变形时可以发生交滑移和不可以发生交滑移，哪一种情形下更易塑性变形，为什么？

5、当一种单晶体分别以单滑移和多系滑移发生塑性变形时，其应力应变曲线如下图，问 A、B 中哪一条曲线为多系滑移变形曲线，为什么？



6、为什么晶体通过滑移塑性变形时，滑移总是沿着晶体中的原子密排面和密排方向进行？

7、某金属板经过较大的冷轧塑性变形后，发现其力学性能出现各向异性，试问其原因为何？

8、某钢板经热轧后，发现其力学性能出现各向异性，试问其原因为何？又问分别沿金属板热轧变形伸长方向和垂直于该方向，金属板的力学性能有何特点？

9、为什么对于多晶材料，在其塑性变形时，其微观塑性变形不均匀？

10、细化晶粒对金属的屈服强度和塑性有何影响，为什么？

11、细化晶粒是否总能提高晶体的强度，为什么？

12、对于铝合金和镁合金，哪一个的塑性加工性能更好，为什么？

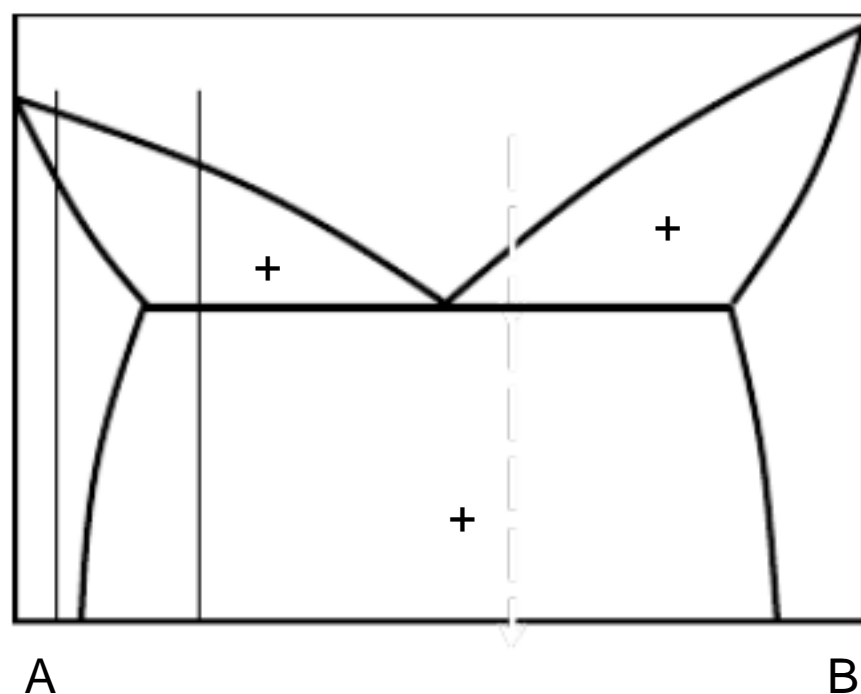
13、某滑移面上一个位错源开动释放出的位错在晶界处形成位错塞积群对该位错源的开动有何影响，为什么？

14、何谓应变时效？

15、如相图所示，有两种成分不同的合金，问：

（1）在合金 和合金 中，分别有哪几种强化机制在起作用？

（2）对于合金 和合金 ，哪一种合金的强度更高，为什么？



16、何谓加工硬化，其主要机制是什么？

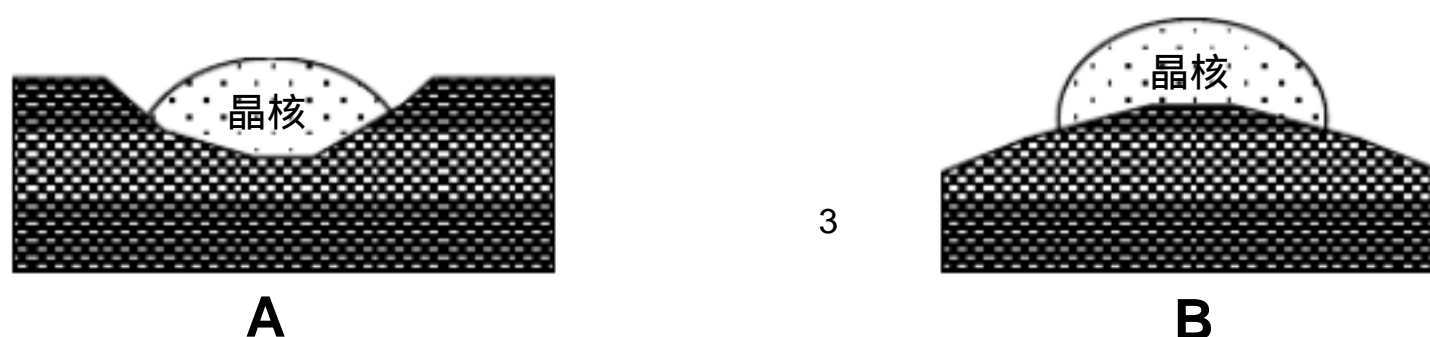
17、获得细晶超塑性的基本必要条件是什么？

18、单纯的孪生和扭折对晶体塑性变形量的贡献如何，其对塑性变形的延续有何意义？

- 19、为什么陶瓷材料塑性变形能力很差，且其拉伸强度远远低于其压缩强度？
- 20、为提高高温合金的蠕变强度，从其成分设计上可采取什么样的措施，为什么？
- 21、作为电线使用的铜导线是通过冷拉拔而成形，问为什么在对铜线冷拉拔后要将其加热进行退火处理？
- 22、影响再结晶速率的主要因素有哪些？影响再结晶温度的主要因素有哪些？
- 23、在室温下，使一块金属板料从左至右发生不均匀塑性变形，即从左至右，塑性变形量逐渐增大。试问从左至右，金属板的硬度如何变化？经再结晶退火后，所形成的再结晶晶粒大小从左至右如何变化？为什么？
- 24、晶粒长大和再结晶晶核长大的驱动力有何不同，为什么织构会阻碍晶粒的长大？
- 25、对于冷变形量相同，但含镍量分别为 3%和 9%的铜镍合金而言，将二者加热至 550 保温使其完成再结晶的体积分数均达到 50%，问哪一种铜镍合金所需的时间更长，为什么？
- 26、为什么升高再结晶退火温度将使金属的再结晶临界变形量减小？

## 第六章 凝固

- 1、为什么结晶的完成需要过冷度？
- 2、为什么非均匀形核比均匀形核要容易？
- 3、利用金属凝固过程细化晶粒的主要手段有哪几种，它们各自通过何种机理使晶粒细化？
- 4、合金凝固时，为了获得细小的晶粒尺寸，往往增加结晶过冷度以提高形核率，问是否过冷度越大，结晶形核率越高，为什么？
- 5、在同等凝固条件下，若结晶液相附着于相同材质的固相基底发生非均匀形核，问对于下面两种分别具有下凹和外凸表面形状的固体，液相金属是附着于下凹表面或是外凸表面更有利于非均匀形核，为什么？



6、为提高金属结晶时的形核率，往往向液态金属中加入一定量的高熔点的固体颗粒形核剂以促进非均匀形核。问当向液态金属中加入的固体颗粒形核剂分别为金属颗粒和陶瓷颗粒时，加入哪种形核剂对提高结晶形核率的效果更好，为什么？

7、何谓有效过冷度？

8、何谓凝固时正的温度梯度和负的温度梯度？在正的温度梯度和负的温度梯度下，纯金属晶体分别以何种方式向液相中推移长大，为什么？

## 第七章 二元相图及其合金的凝固

1、为什么当合金非平衡凝固时会出现晶内偏析？

2、为什么当 A、B 两组元在液态下可无限互溶，而在固态下只能有限互溶时，其凝固时可发生共晶转变？

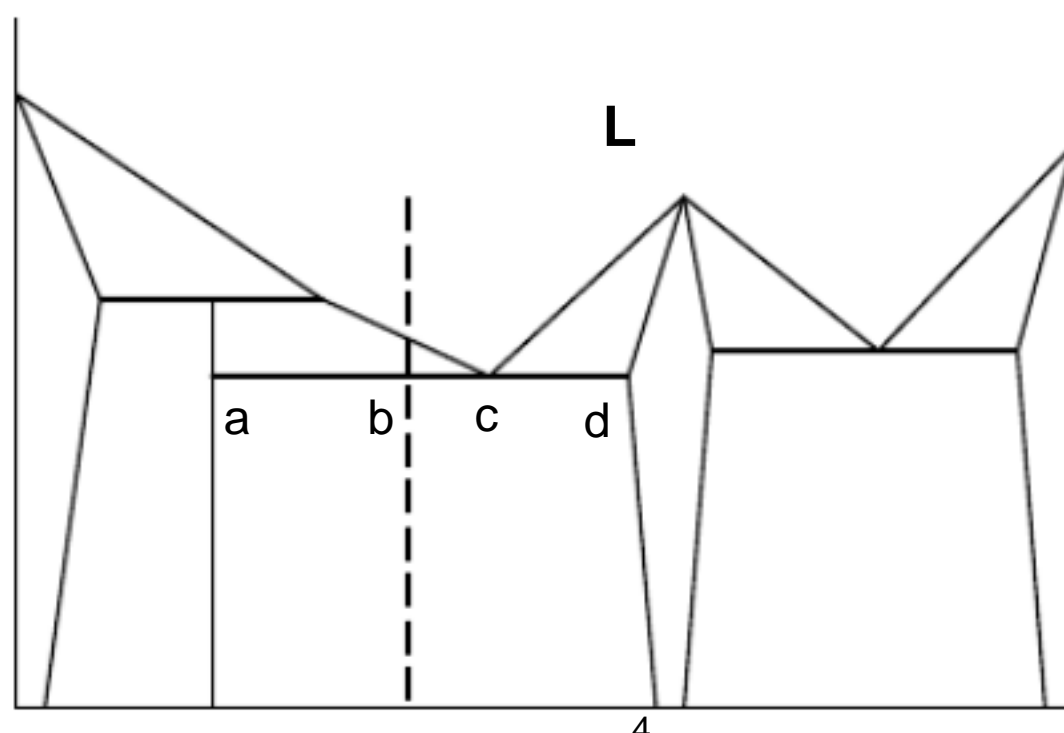
3、二元合金中的包晶转变与三元合金中的共晶转变能否发生在一个温度区间内，为什么？

4、A、B 两组元的熔点分别为  $900^{\circ}\text{C}$  和  $600^{\circ}\text{C}$ ，若二者形成一种固溶体合金，问当该合金为何种类型合金时，其熔点可在  $900^{\circ}\text{C}$  和  $600^{\circ}\text{C}$  之间？又二者形成的合金熔点有否可能低于  $600^{\circ}\text{C}$ ，为什么？

5、合金凝固时，在正的温度梯度下是否可以形成树枝状晶，为什么？

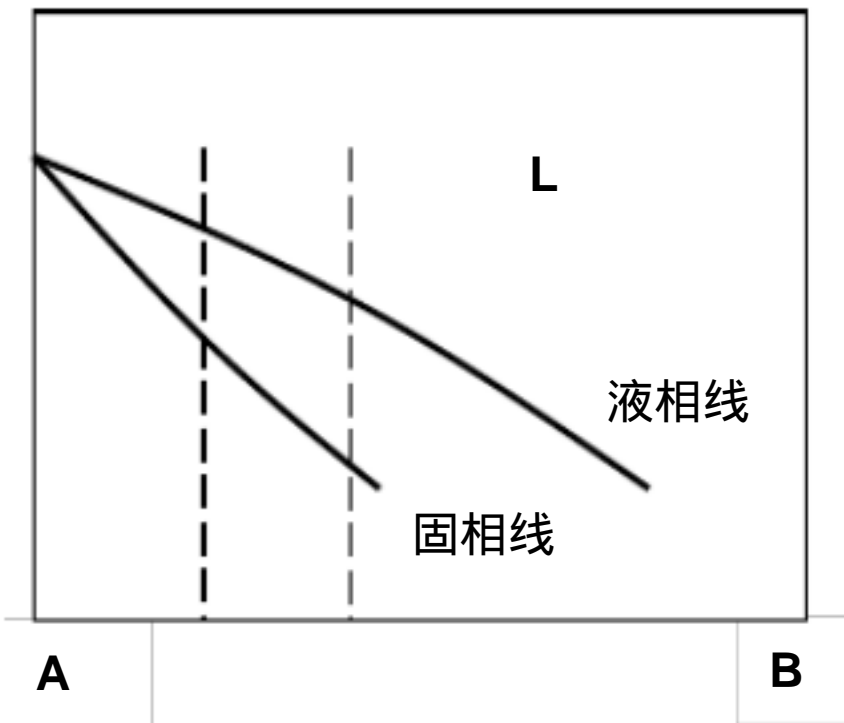
6、简要回答下列问题

- (1) 请指出相图中所存在的化合物相及其类型（稳定或不稳定化合物）。
- (2) 请指出相图中所有的恒温转变类型，并写出转变式。
- (3) 请写出合金 在冷却过程中的组织组成物变化。
- (4) 请计算出合金 在其共晶转变刚结束时共晶组织中共晶 相的百分含量。



7、凝固速率、液相中原子的扩散系数、液相中的温度梯度、合金液相线的倾斜程度（ $k_0 < 1$ ）对合金凝固时成分过冷的形成有何影响，为什么？

8、对于下列相图中的合金 和合金 ， 哪一种在凝固时易于形成树枝状晶组织， 为什么？ 为了减轻树枝状晶组织，应提高凝固速度还是应降低凝固速度，为什么？



9、Fe-Fe<sub>3</sub>C相图上的三条水平线各代表什么反应？ P、S、E、C各点有什么意义？

10、在亚共析、共析、过共析钢和亚共晶、共晶、过共晶白口铸铁的平衡结晶冷却过程中，其相变和组织变化过程如何？

11、亚共析钢、共析钢、过共析钢各具有什么样的室温平衡组织（写出组织组成物）？

12、铁碳合金中网状渗碳体易在什么情况下形成，其对钢会产生何种危害，如何消除？

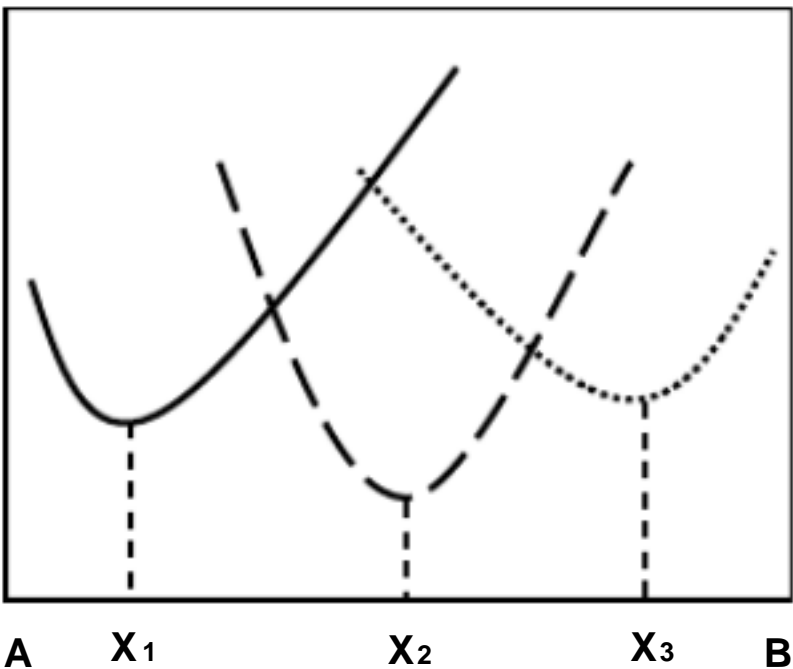
13、含碳量对铁碳合金中渗碳体的量有何影响，对铁碳合金的硬度、塑性有何影响？

14、含碳量对钢中珠光体的量有何影响，在基体组织相同的前提下，钢中珠光体的量对钢的屈服强度有何影响？

15、为什么要严格控制钢中硫和磷的含量？

16、图示为三种固溶体 、 、 在温度 T 时，各自的成分 - 自由能曲线，问：

（1）在温度 T 时，三种相能否共存，为什么？

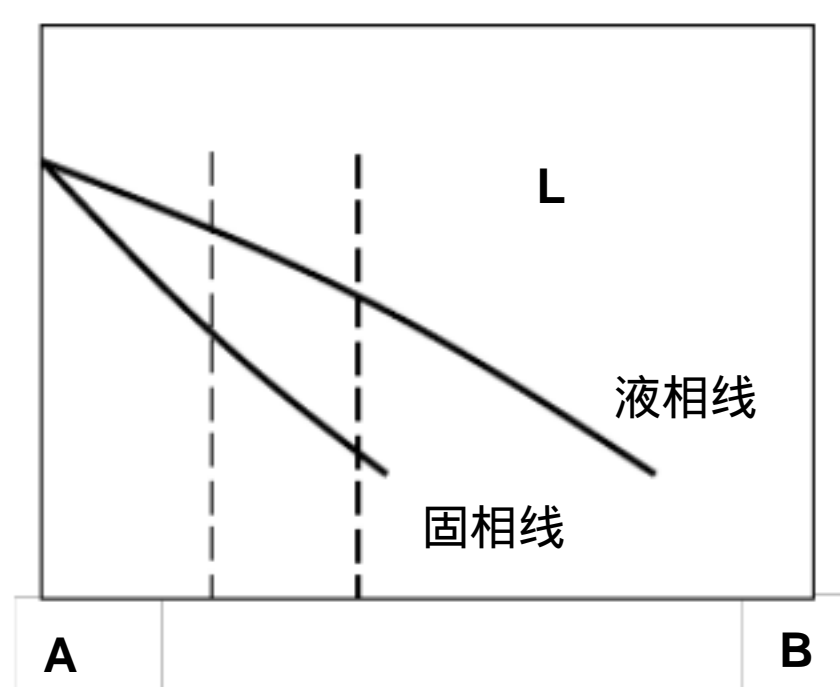


(2) 在温度  $T$  时，在什么成分范围内，哪两相可以共存，为什么？

17、合金凝固时，为了获得细小的晶粒尺寸，往往增加结晶过冷度以提高形核率，问是否总是过冷度越大，形核率越高，为什么？

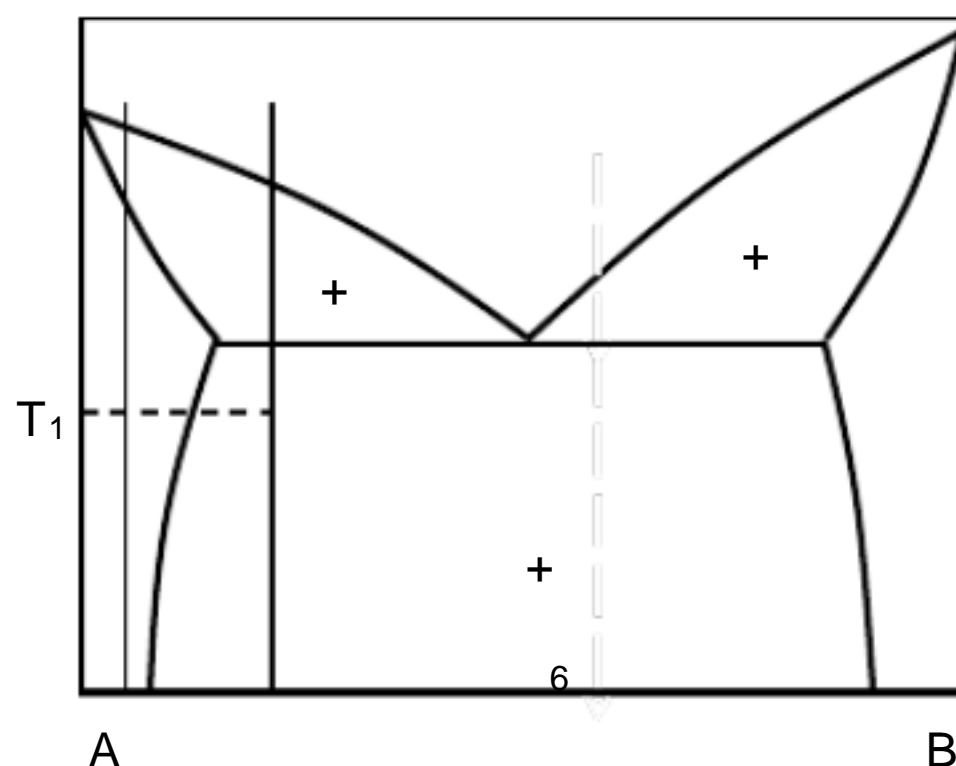
18、金属铸锭凝固时，由铸锭表面至心部可以形成哪几个组织特征不同的晶区？采用高的浇注温度和定向散热有利于哪个晶区的形成，不利于那个晶区的形成？除最外层晶区外，剩余晶区的组织致密性如何？

19、下图为由 A、B 两组元组成但成分不同的两种匀晶合金（ $B\%=2\%$ 和  $B\%=10\%$ ，问：  
(1) 在显微组织完全相同的条件下，哪一种合金具有更好的塑性，为什么？  
(2) 在非平衡凝固时，哪一种合金的晶内偏析更为严重，为什么？



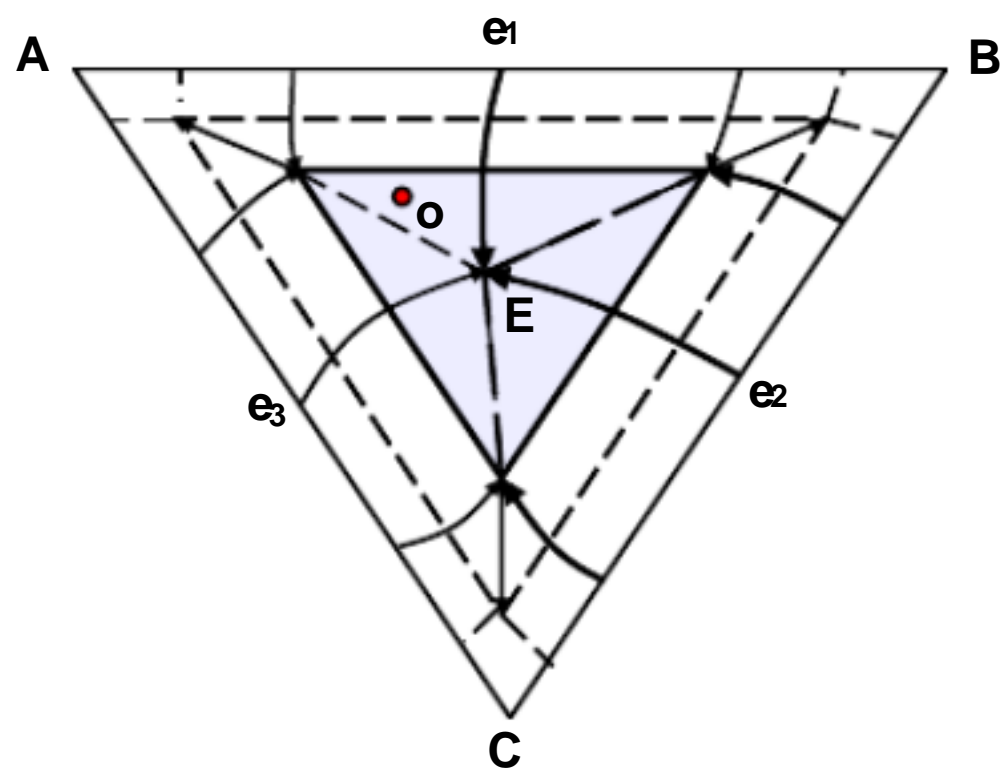
20、若观察发现 A、B 形成合金的显微组织为 100% 的共晶组织，由此是否可以肯定该合金的成分一定为共晶成分，为什么？

22、将合金 和合金 各自从室温加热至温度  $T_1$ ，问在此温度下，哪一种合金的晶粒更易长大，为什么？



## 第八章 三元相图

1、请写出以下三元共晶相图投影图中合金 O 从高温冷却至室温过程中组织组成物的变化。



2、在三元相图的垂直截面图中，一般情况下，能否直接应用杠杆定律，为什么？