

2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

材料科学基础

一、(每小题 10 分, 共 60 分) 简答题

1. 固态下, 无相变的金属, 如果不重熔, 能否细化晶粒? 如何实现?
2. 固体中有哪些常见的相结构?
3. 何谓平衡结晶? 何谓非平衡结晶?
4. 扩散第一定律的应用条件是什么? 对于浓度梯度随时间变化的情况, 能否应用扩散第一定律?
5. 何为织构? 包括哪几类?
6. 什么是成分过冷? 如何影响固溶体生长形态?

二、(每小题 15 分, 共 60 分) 作图计算题

1. 请分别写出 FCC、BCC 和 HCP 晶体的密排面、密排方向, 并计算密排面间距和密排方向上原子间距。
2. 请绘出面心立方点阵晶胞, 并在晶胞中绘出 (110) 晶面; 再以 (110) 晶面平行于纸面, 绘出 (110) 晶面原子剖面图, 并在其上标出 $[001]$ 、 $[\bar{1}\bar{1}2]$ 、 $[\bar{1}11]$ 晶向。
3. 已知 H70 黄铜在 400°C 时完成再结晶需要 1h, 而在 390°C 下完成再结晶需 2h, 请计算在 420°C 下完成再结晶需要多长时间。
4. 一个 FCC 晶体在 $[\bar{1}23]$ 方向在 2MPa 正应力下屈服, 已测得开动的滑移系是 (111) $[\bar{1}01]$, 请确定使该滑移系开动的分切应力 τ 。

三、(共 30 分) 综合分析题

1. (17 分) 请根据 Fe-Fe₃C 相图分析回答下列问题:

- (1) 请分析 2.0wt% C 合金平衡状态下的结晶过程, 并说明室温下的相组成和组织组成。
- (2) 请分析 2.0wt% C 合金在较快冷却, 即不平衡状态下, 可能发生的结晶过程, 并说明室温下组织会发生什么变化。
- (3) 假设将一无限长纯铁棒置于 930°C 渗碳气氛下长期保温, 碳原子仅由棒顶端渗入 (如图 17-1 所示), 试分析并标出 930°C 和 缓冷至室温时的组织分布情

况（绘制在答题纸上）。

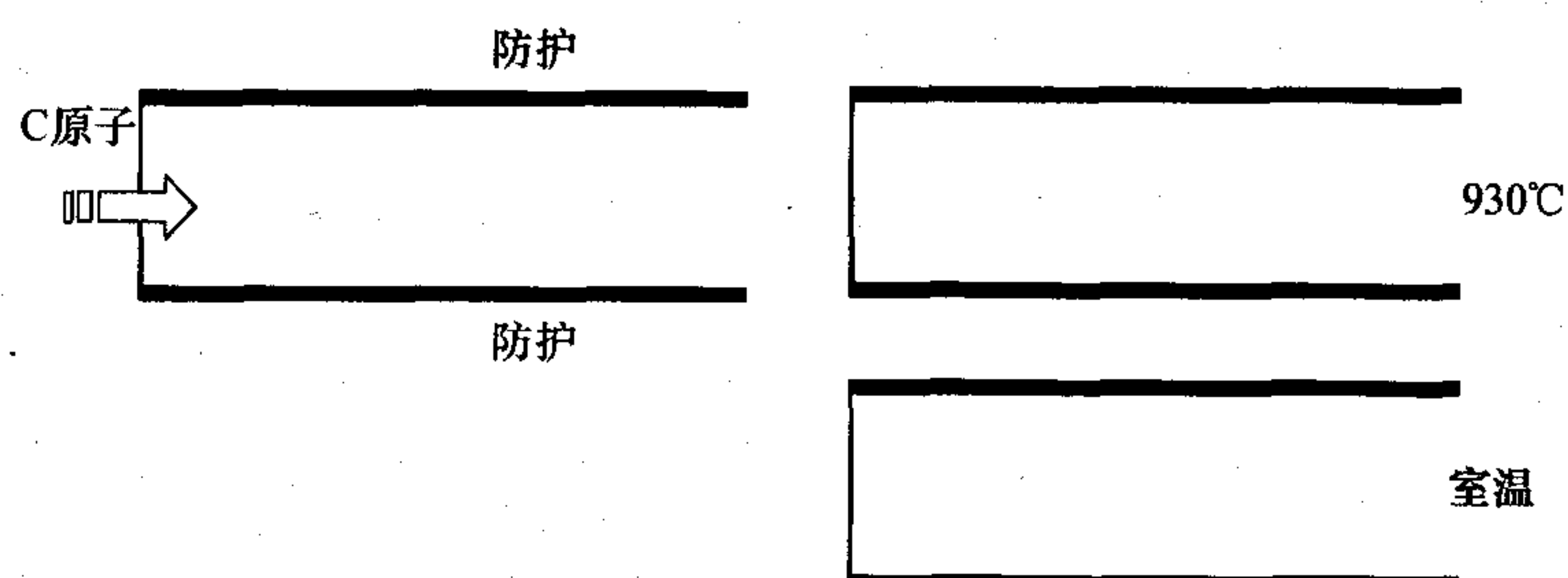
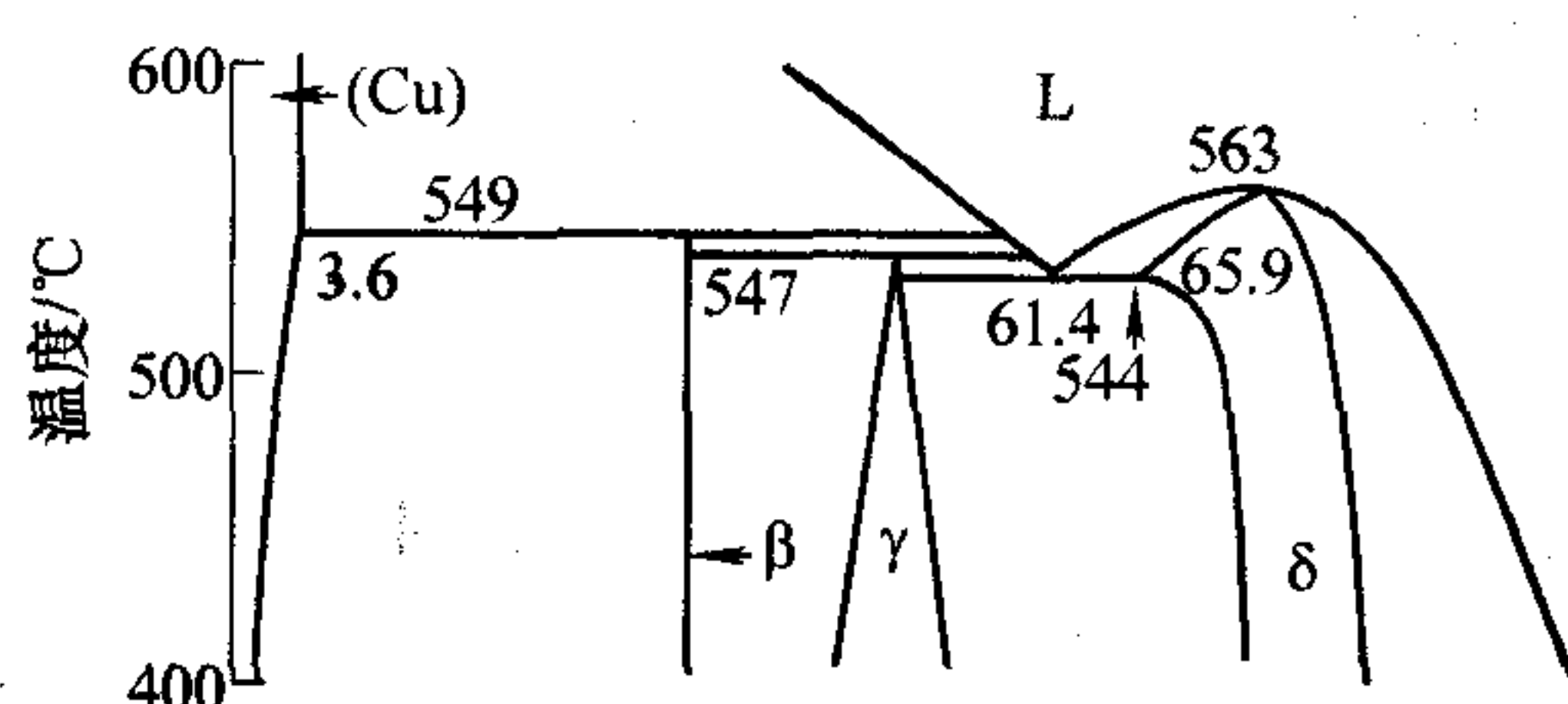
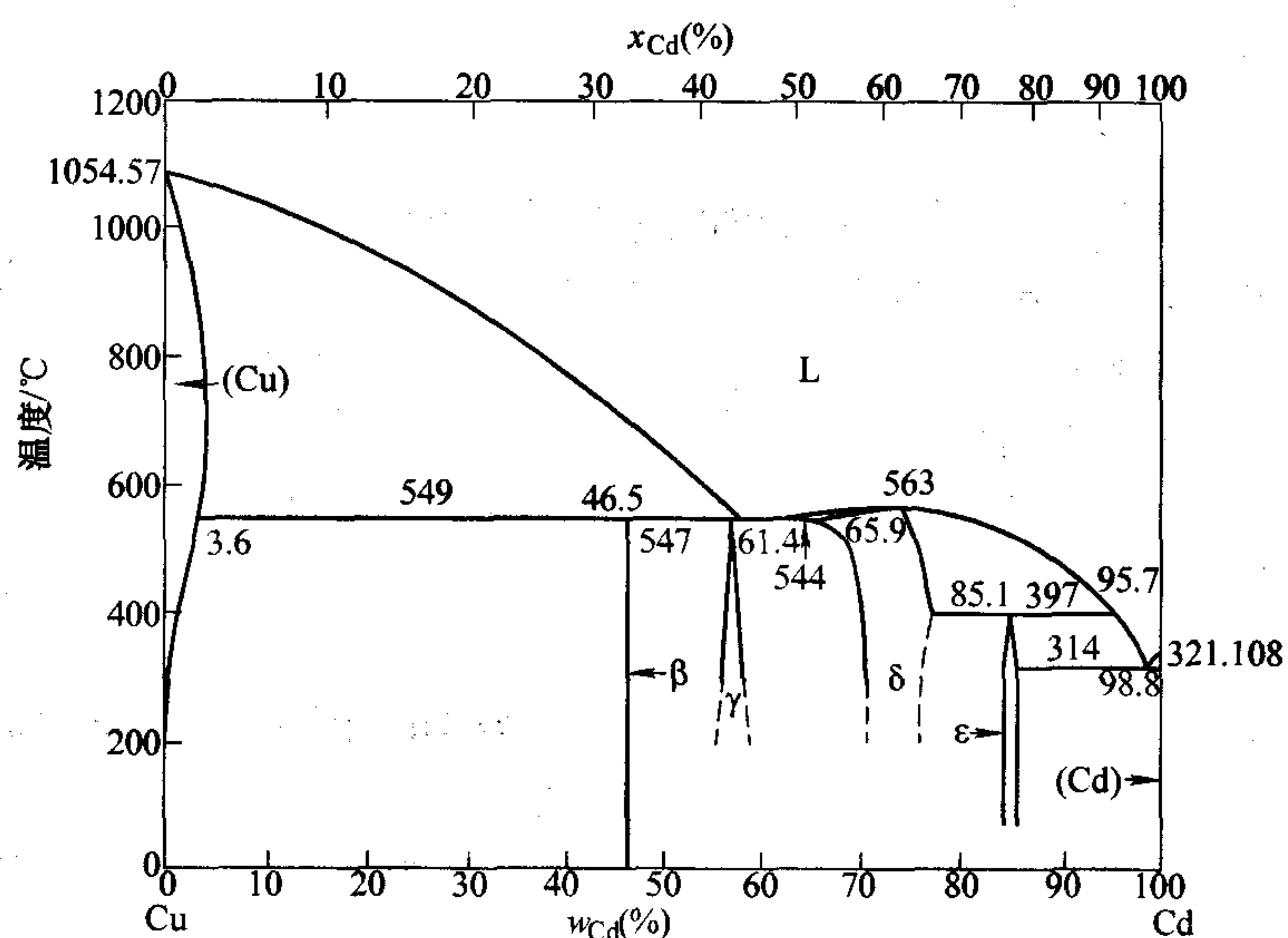


图 17-1 第三题第 1 小题图

2. (13 分) 图 17-2 所示为 Cu-Cd 二元相图全图及其 400 ~ 600°C 范围的局部放大：

(1) 请根据相图写出 549°C、547°C、544°C、397°C 和 314°C 五条水平线的三相平衡反应类型及其反应式。



Cu-Cd二元相图的局部放大

图 17-2 第三题第 2 小题图

(2) 已知 β 相成分为 $w_{Cd} = 46.5\%$ ， 400°C 时 γ 相的成分为 $w_{Cd} = 57\%$ ，请计算 400°C 时 $w_{Cd} = 50\%$ 合金的相组成。

标准答案

一、

- 1. 可以。通过进行较大的冷变形，而后在适当温度再结晶的方法获得细晶。或进行热加工，使之发生动态再结晶。
- 2. 固体中常见的相结构有：固溶体（单质）、化合物、陶瓷晶体相、非晶相、分子相。
- 3. 平衡结晶是指结晶速度非常缓慢、液相和固相中扩散均很充分的情况下的结晶。非平衡结晶是指结晶速度比较快、扩散不充分的情况下的结晶。
- 4. 扩散第一定律的应用条件是稳态扩散，即与时间无关的扩散。对于非稳态扩散的情况也可以应用扩散第一定律，但必须对其进行修正。
- 5. 织构是晶体中晶面、晶向趋于一致的现象。织构包括再结晶织构和变形织构。其中变形织构又包括丝织构和板织构。
- 6. 凝固过程中，随液固界面的推进，液固界面附近液相一侧产生溶质原子富集，导致液相的熔点发生变化，由此产生的过冷现象称为成分过冷。无成分过冷时，固溶体以平面状生长，形成等轴晶；有较小过冷度时，形成胞状组织；有较大成分过冷时，形成树枝晶。

二、

1.

晶体结构	密排面	密排方向	密排面间距	密排方向原子间距
FCC	{111}	$\langle 110 \rangle$	$\frac{\sqrt{3}}{3}a$	$\frac{\sqrt{2}}{2}a$
BCC	{110}	$\langle 111 \rangle$	$\frac{\sqrt{2}}{2}a$	$\frac{\sqrt{3}}{2}a$
HCP	{0001}	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	$\frac{1}{2}c$	a

- 2. 如图 17-3 所示。
- 3. 在两个不同的恒定温度产生相同程度的再结晶时

$$\frac{t_1}{t_2} = e^{-\frac{Q}{R}(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})}$$

$$\frac{t_1}{t_3} = e^{-\frac{Q}{R}(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_1})}$$

两边取对数，并比之得

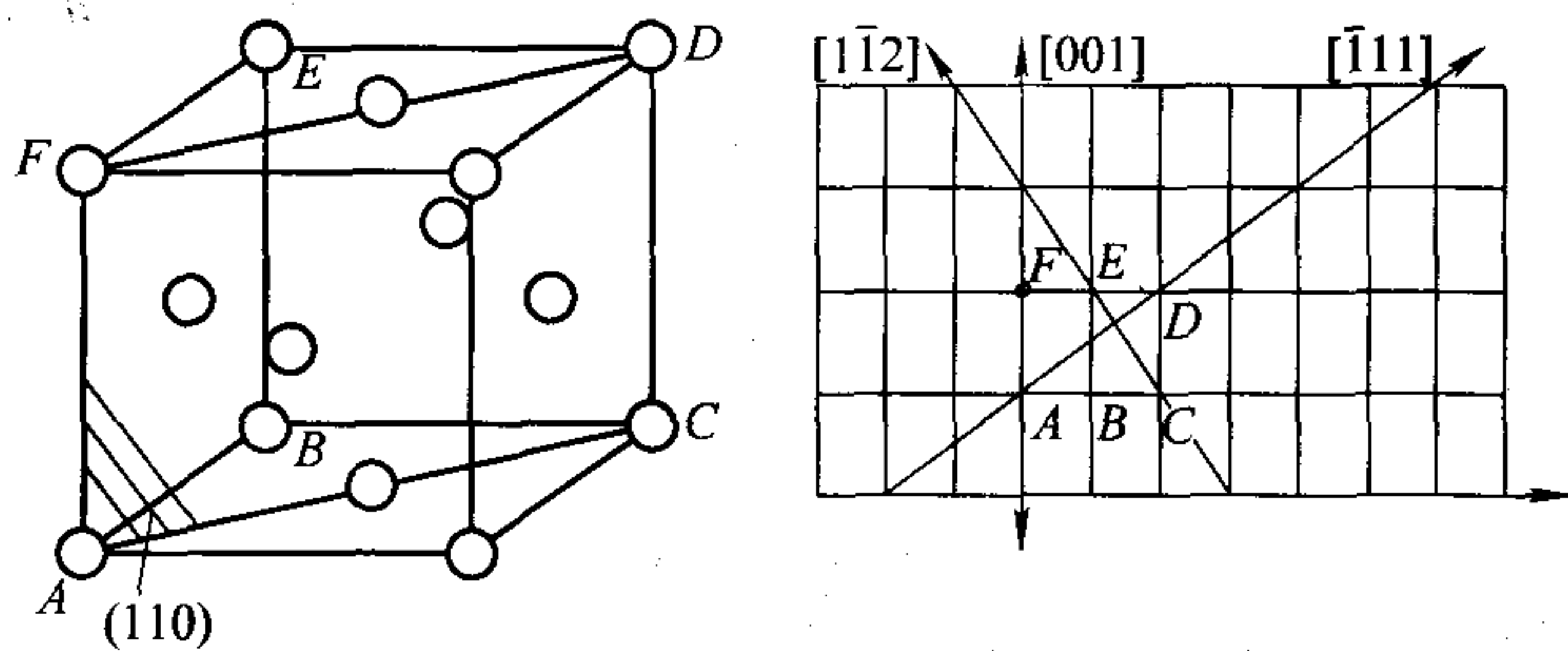


图 17-3 第二题第 2 小题解答图

$$\frac{\ln \frac{t_1}{t_2}}{\ln \frac{t_1}{t_3}} = \frac{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}}{\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_1}} = \frac{\frac{1}{400 + 273} - \frac{1}{390 + 273}}{\frac{1}{400 + 273} - \frac{1}{420 + 273}}$$

$$t_3 = 0.26h$$

4.

$$\cos \phi = \frac{[\bar{1}23] \cdot [111]}{|[\bar{1}23]| \cdot |[111]|} = \frac{-1 + 2 + 3}{\sqrt{14}\sqrt{3}} = 0.617$$

$$\cos \lambda = \frac{[\bar{1}23] \cdot [\bar{1}01]}{|[\bar{1}23]| \cdot |[\bar{1}01]|} = \frac{1 + 0 + 3}{\sqrt{14}\sqrt{2}} = 0.756$$

$$\tau = 2 \times 0.617 \times 0.756 \text{ MPa} = 0.933 \text{ MPa}$$

三、

1.

(1) $L \rightarrow L \rightarrow \gamma \rightarrow \gamma \rightarrow \gamma \rightarrow \text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}} \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha + \text{Fe}_3\text{C} \rightarrow \alpha \rightarrow \text{Fe}_3\text{C}_{\text{III}}$

相组成: $\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$; 组织组成: $P + \text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ (忽略 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{III}}$)。

(2) 根据冷速不同, 可能出现共晶反应, 得到 Ld; 得到的 P 层片细小; $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ 的析出将受到抑制, 甚至不析出。

(3) 如图 17-4 所示。

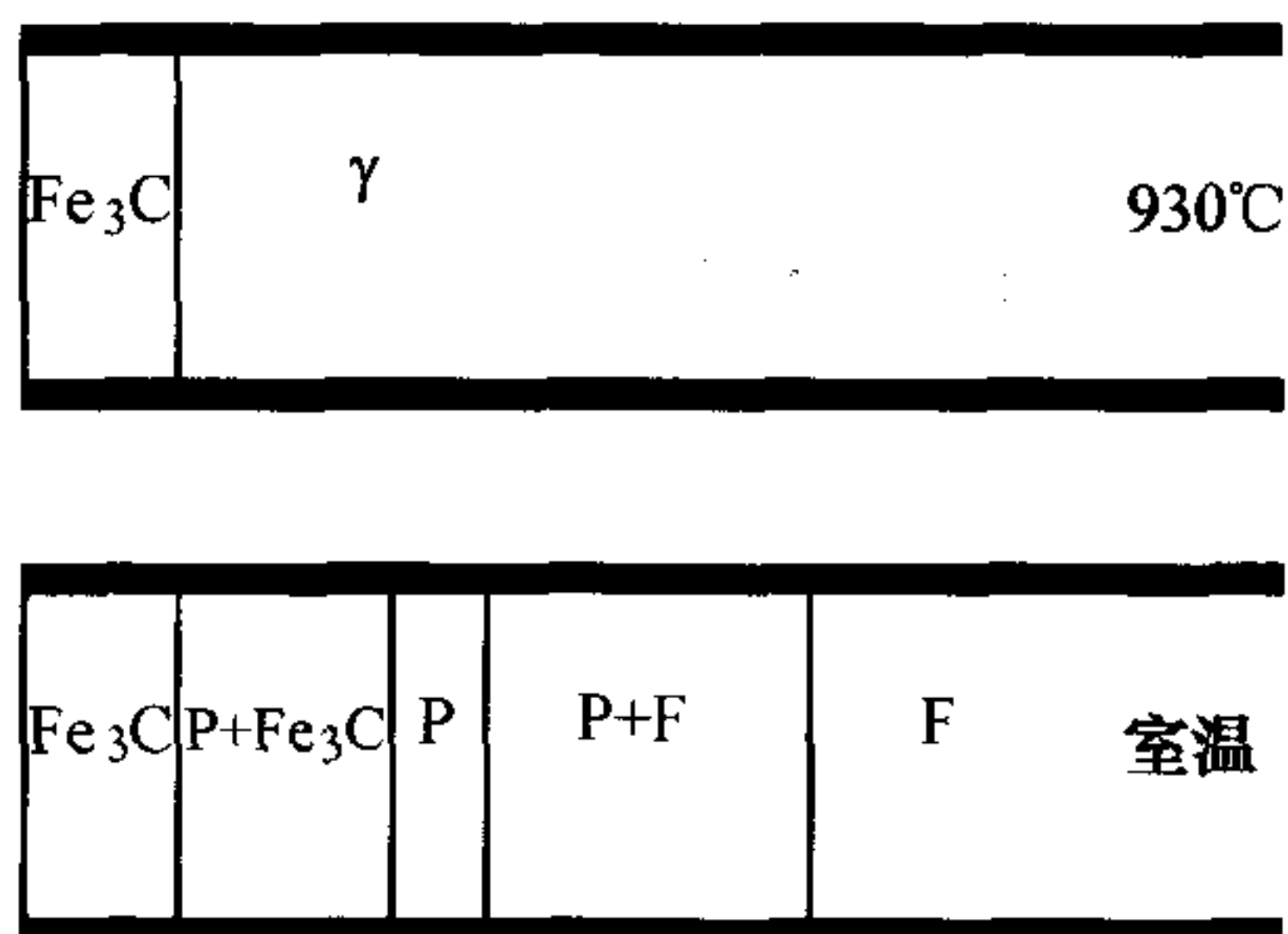


图 17-4 第三题第 1 小题解答图

2.

(1) 549℃: 包晶反应, $(\text{Cu}) + \text{L} \rightarrow \beta$

547℃: 包晶反应, $\beta + \text{L} \rightarrow \gamma$

544℃: 共晶反应, $\text{L} \rightarrow \gamma + \delta$

397℃: 包晶反应, $\delta + \text{L} \rightarrow \epsilon$

314℃: 共晶反应, $\text{L} \rightarrow \epsilon + (\text{Cd})$

$$(2) w_{\beta} = \frac{57 - 50}{57 - 46.5} \times 100\% = 66.7\%$$

$$\text{或 } w_{\gamma} = \frac{50 - 46.5}{57 - 46.5} \times 100\% = 33.3\%$$