

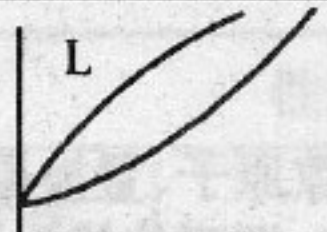
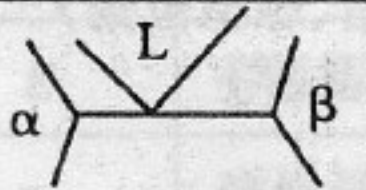
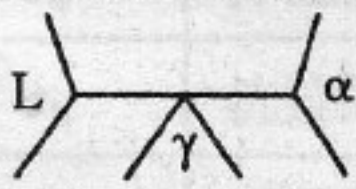
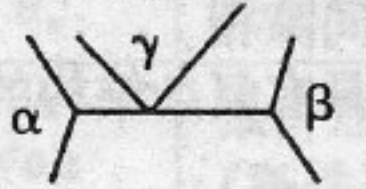
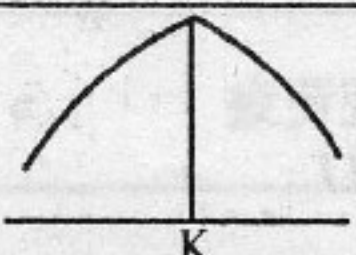
本章小结

- 熟悉最基本的反应类型
- 熟练杠杆定律
- 熟练掌握铁碳合金相图，应用杠杆定律

1. 常见二元合金相图的基本类型

表 1-4

常见二元合金相图的基本类型

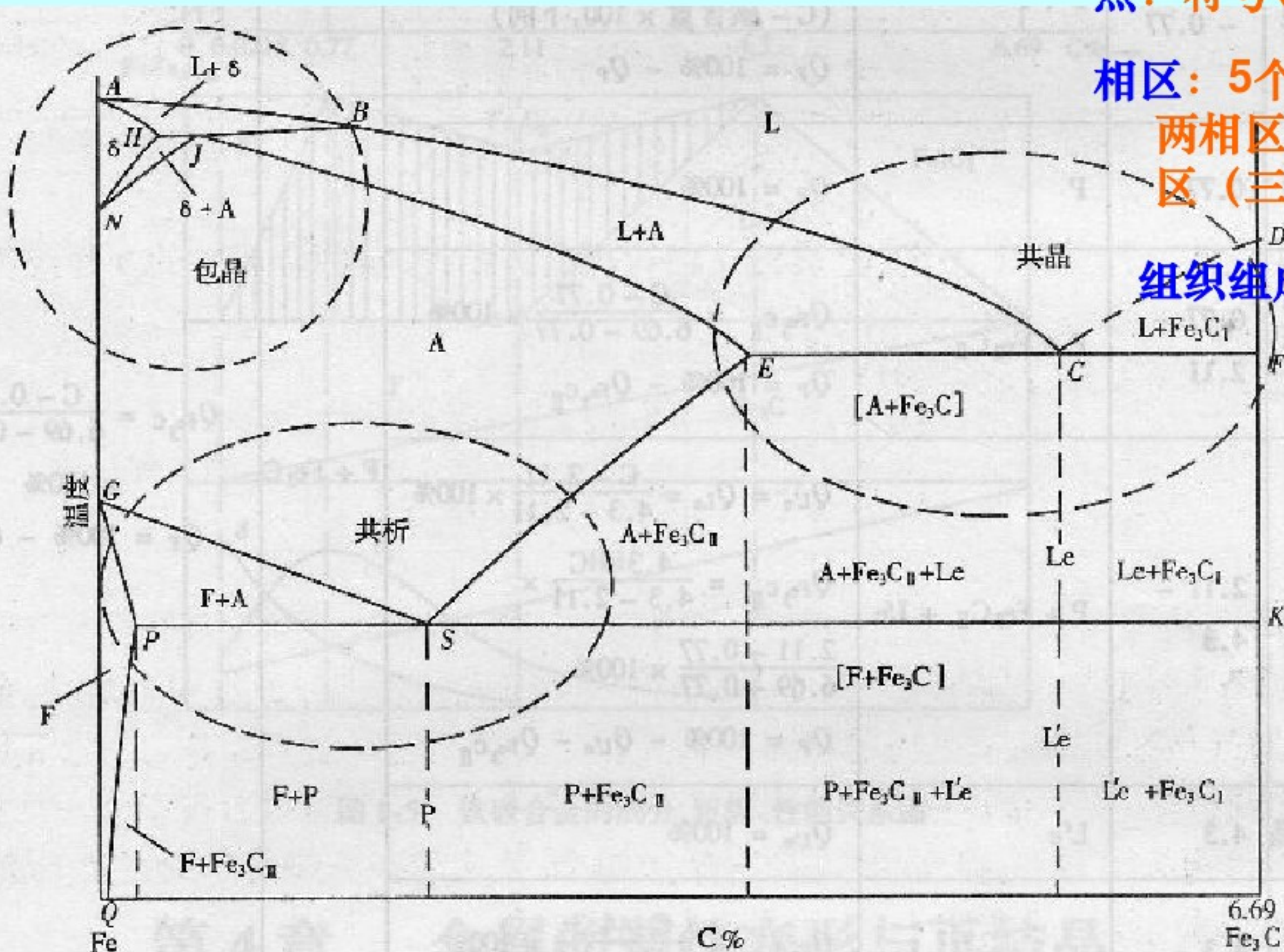
相图类型	相图特征	反应名称	反应式	说明
匀晶相图		匀晶反应	$L \rightarrow \alpha$	液相在变温过程中转变为单一固相
共晶相图		共晶反应	$L \rightarrow \alpha + \beta$	恒温下由一个液相同时结晶出两个成分结构不同的固相
包晶相图		包晶反应	$\alpha + L \rightarrow \gamma$	恒温下由一个液相包着一个固相生成一个新的固相
共析相图		共析反应	$\gamma \rightarrow \alpha + \beta$	恒温下由一个固相同时析出两个成分结构不同的固相
形成稳定化合物相图		结晶	$L \rightarrow K$ (K 表示化合物)	化合物在相图中为一垂线, 垂线的顶点是其熔点, 垂足是其成分

2. Fe—C合金相图： 是二元合金相图的综合应用

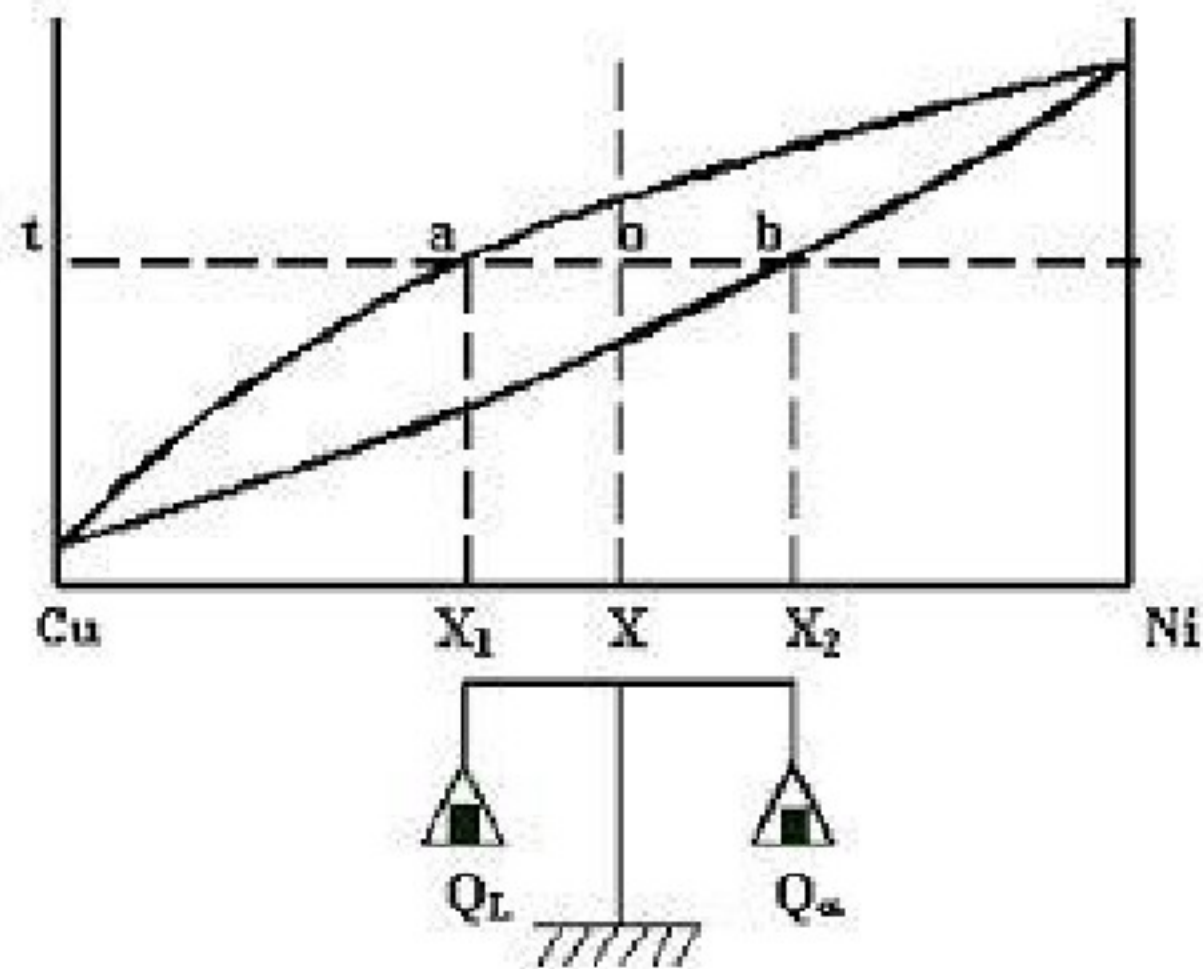
点：符号、成分、温度

相区：5个单相区，7个两相区，和3个三相区（三条水平线）

组织组成物：标注



3. 杠杆定律：只适用于两相区



杠杆的**支点**是合金的成分，杠杆的**端点**是所求的两平衡相（或两组织组成物）的成分。

$$Q_L = \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1}$$

$$Q_a = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

4. 杠杆定律在Fe-C相图中的应用

铁碳合金		C/%	组织组成	组织组成物的相对重量百分比	相组成	相的相对重量百分比
工业纯铁		0 ~ 0.0218	F	$Q_F = 100\%$	F	$Q_F = 100\%$
钢	亚共析	0.0218 ~ 0.77	F + P	$Q_P = \frac{C - 0.0008}{0.77 - 0.0008} \times 100\%$ (C - 碳含量 × 100, 下同) $Q_F = 100\% - Q_P$	F + Fe ₃ C	$Q_{Fe_3C} = \frac{C - 0.0008}{6.69 - 0.0008} \times 100\%$ $Q_F = 100\% - Q_{Fe_3C}$
	共析	0.77	P	$Q_P = 100\%$		
	过共析	0.77 ~ 2.11	P + Fe ₃ C _{II}	$Q_{Fe_3C_{II}} = \frac{C - 0.77}{6.69 - 0.77} \times 100\%$ $Q_P = 100\% - Q_{Fe_3C_{II}}$		
白口铸铁	亚共晶	2.11 ~ 4.3	P + Fe ₃ C _{II} + L'e	$Q_{L'e} = Q_{L'e} = \frac{C - 2.11}{4.3 - 2.11} \times 100\%$ $Q_{Fe_3C_{II}} = \frac{4.3 - C}{4.3 - 2.11} \times \frac{2.11 - 0.77}{6.69 - 0.77} \times 100\%$ $Q_P = 100\% - Q_{L'e} - Q_{Fe_3C_{II}}$	F + Fe ₃ C	$Q_{Fe_3C} = \frac{C - 0.0008}{6.69 - 0.0008} \times 100\%$ $Q_F = 100\% - Q_{Fe_3C}$
	共晶	4.3	L'e	$Q_{L'e} = 100\%$		
	过共晶	4.3 ~ 6.69	L'e + Fe ₃ C _I	$Q_{Fe_3C_I} = \frac{C - 4.3}{6.69 - 4.3} \times 100\%$ $Q_{L'e} = 100\% - Q_{Fe_3C_I}$		

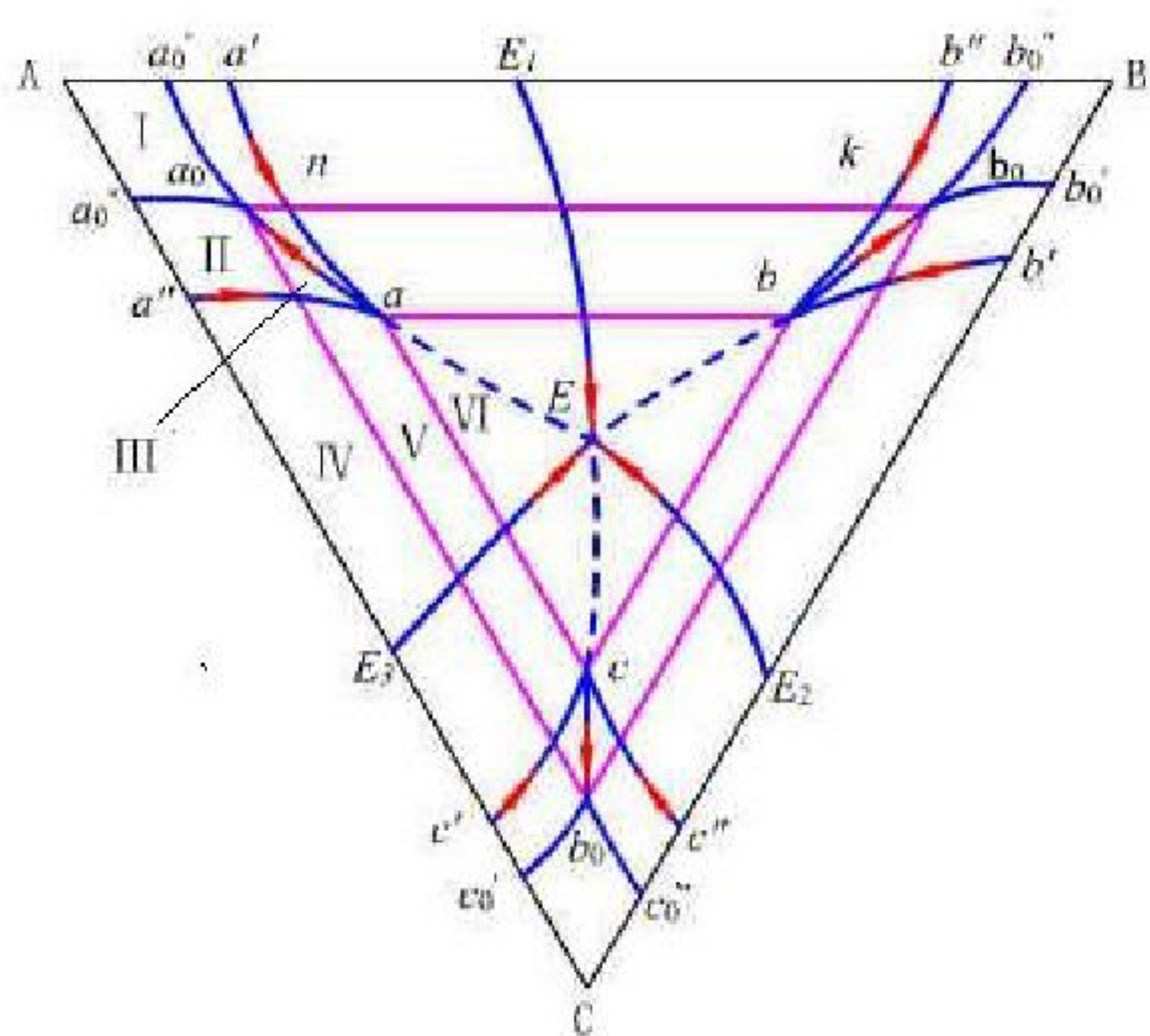
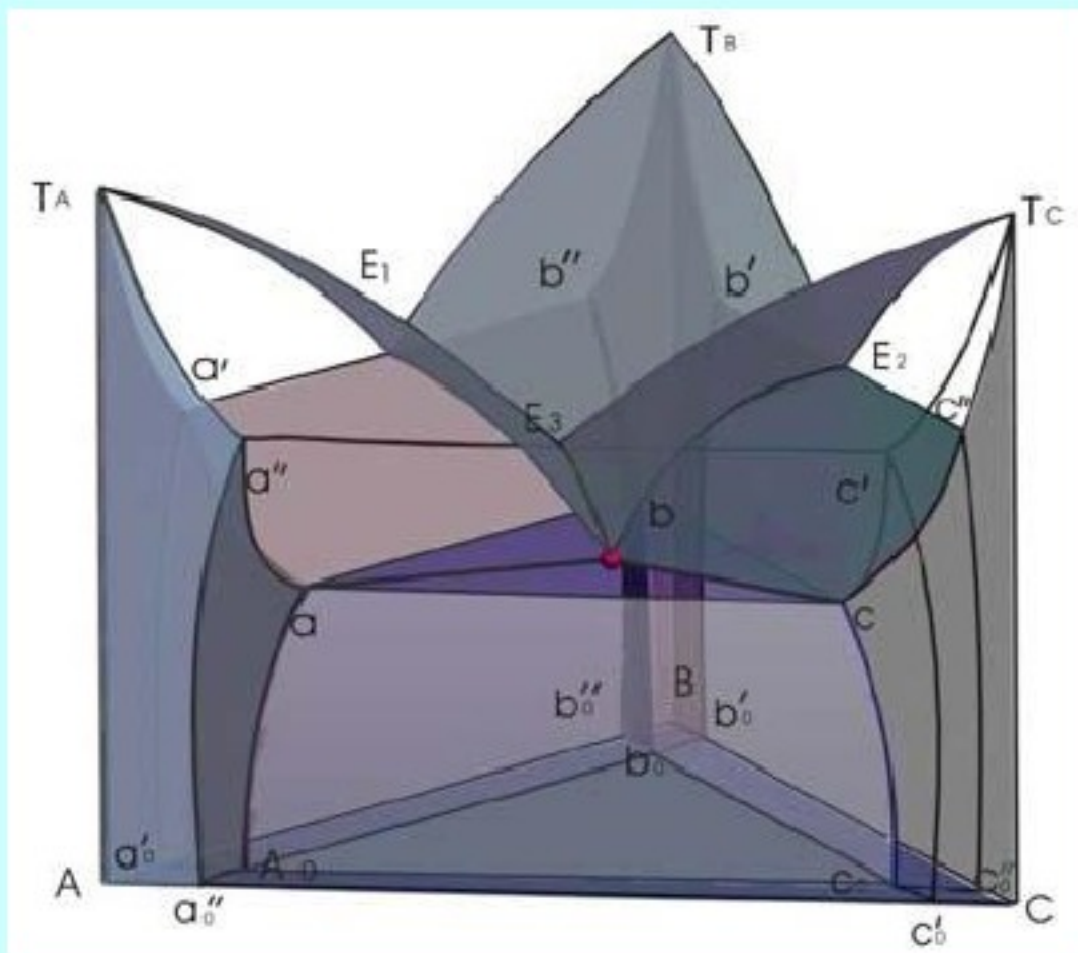
各区室温下的组织

I: α

II: $\alpha + \gamma_{II}$

III: $\alpha + \beta_{II} + \gamma_{II}$

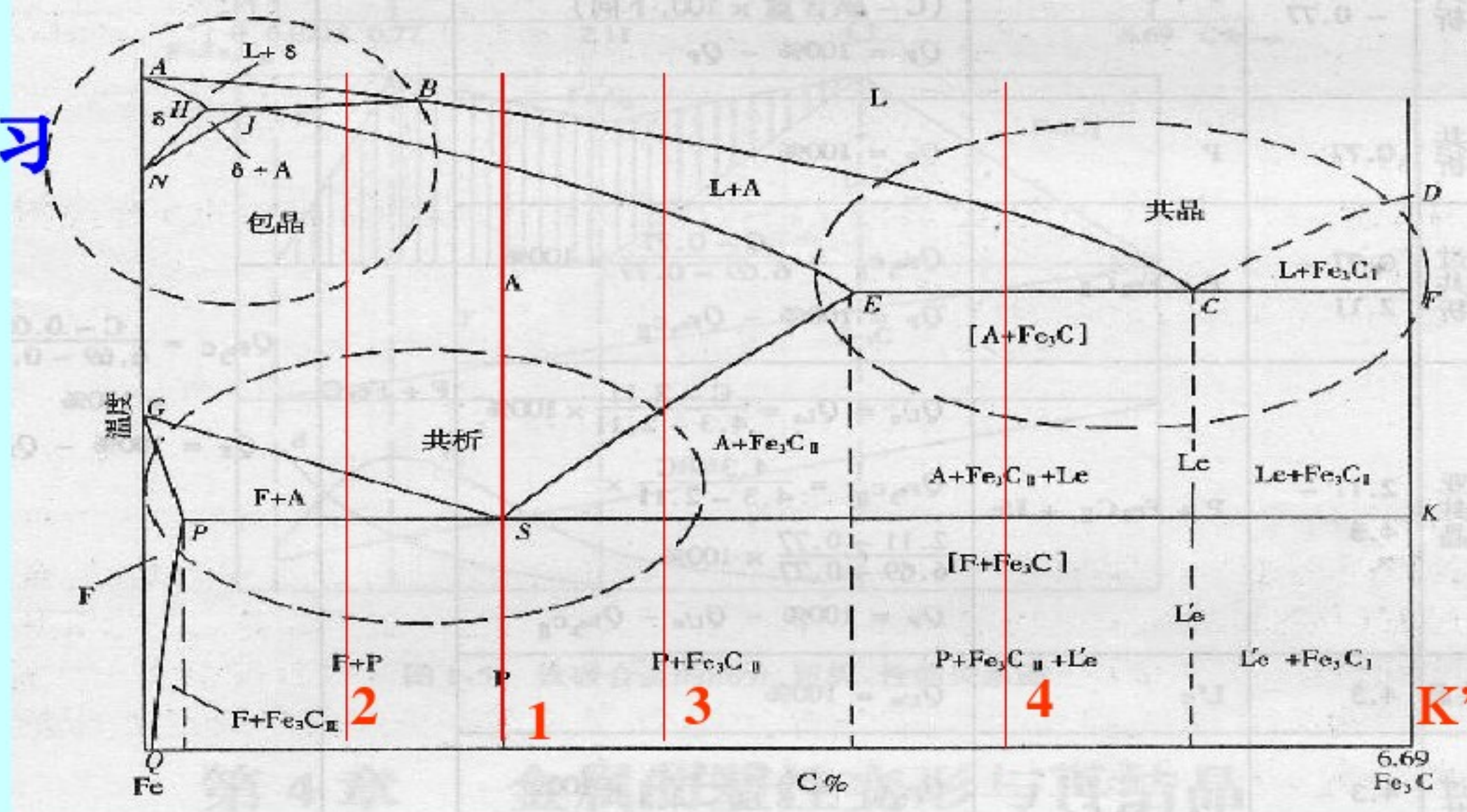
IV: $\alpha_{初} + (\alpha + \gamma)_{共} + \alpha_{II} + \gamma_{II}$



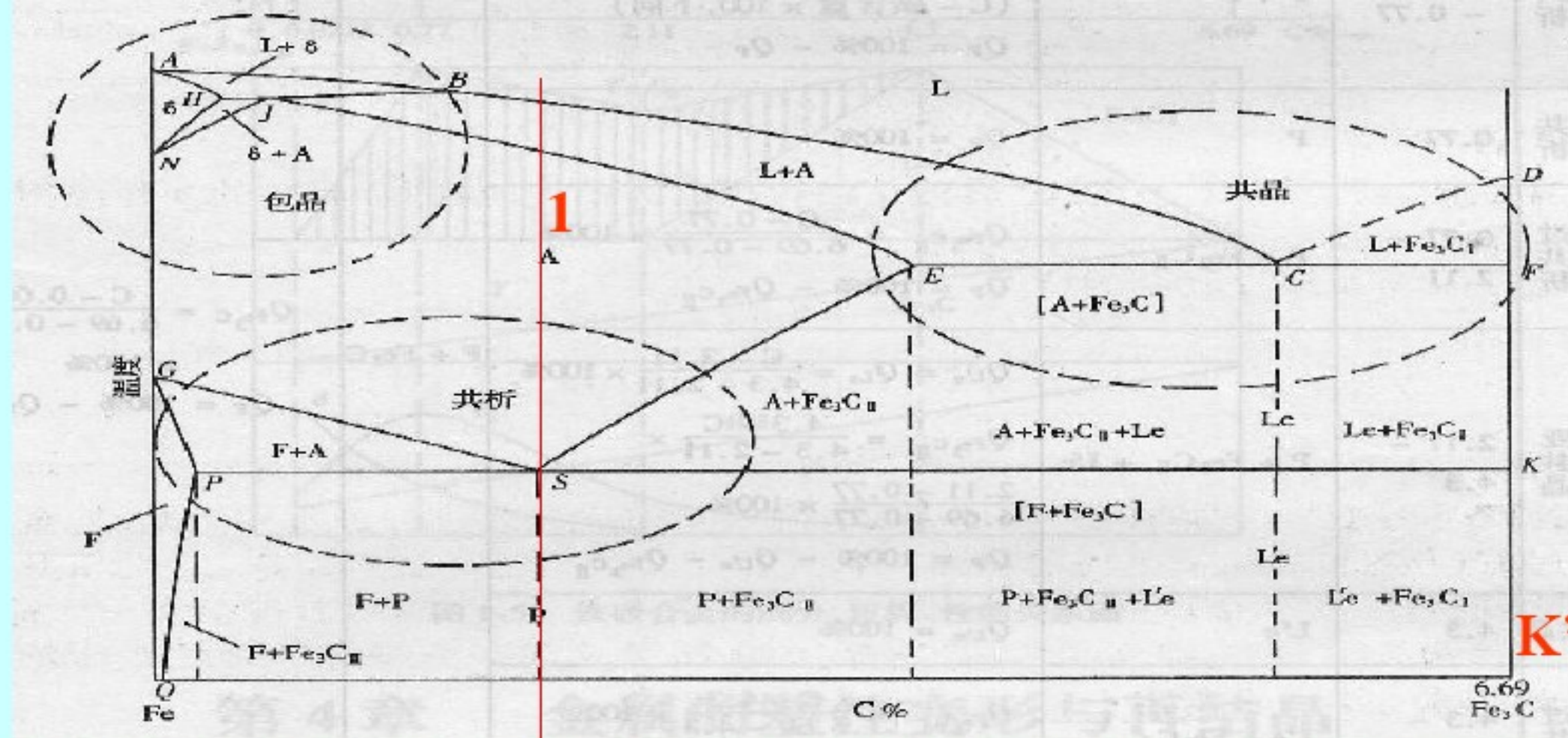
V: $\alpha_{初} + (\alpha + \gamma)_{共} + \alpha_{II} + \beta_{II} + \gamma_{II}$

VII: $\alpha_{初} + (\alpha + \gamma)_{共} + (\alpha + \beta + \gamma)_{共} + \alpha_{II} + \beta_{II} + \gamma_{II}$

课堂练习



1. 分别计算在共析温度下和室温时珠光体中相的相对重量百分比。
2. 计算45钢(含碳量为0.45%)在室温下相和组织组成物的相对重量百分比。
3. 计算含碳量为1.0%的过共析钢在室温下组织组成物的相对重量百分比, 以及在过共析钢区域范围内能够析出的Fe₃C_{II}的最大百分比。
4. 计算含碳量为3.0%的亚共晶白口铸铁在室温下的组织组成物的相对重量百分比。
5. 画出2合金冷却时的冷却曲线和曲线上的组织示意图



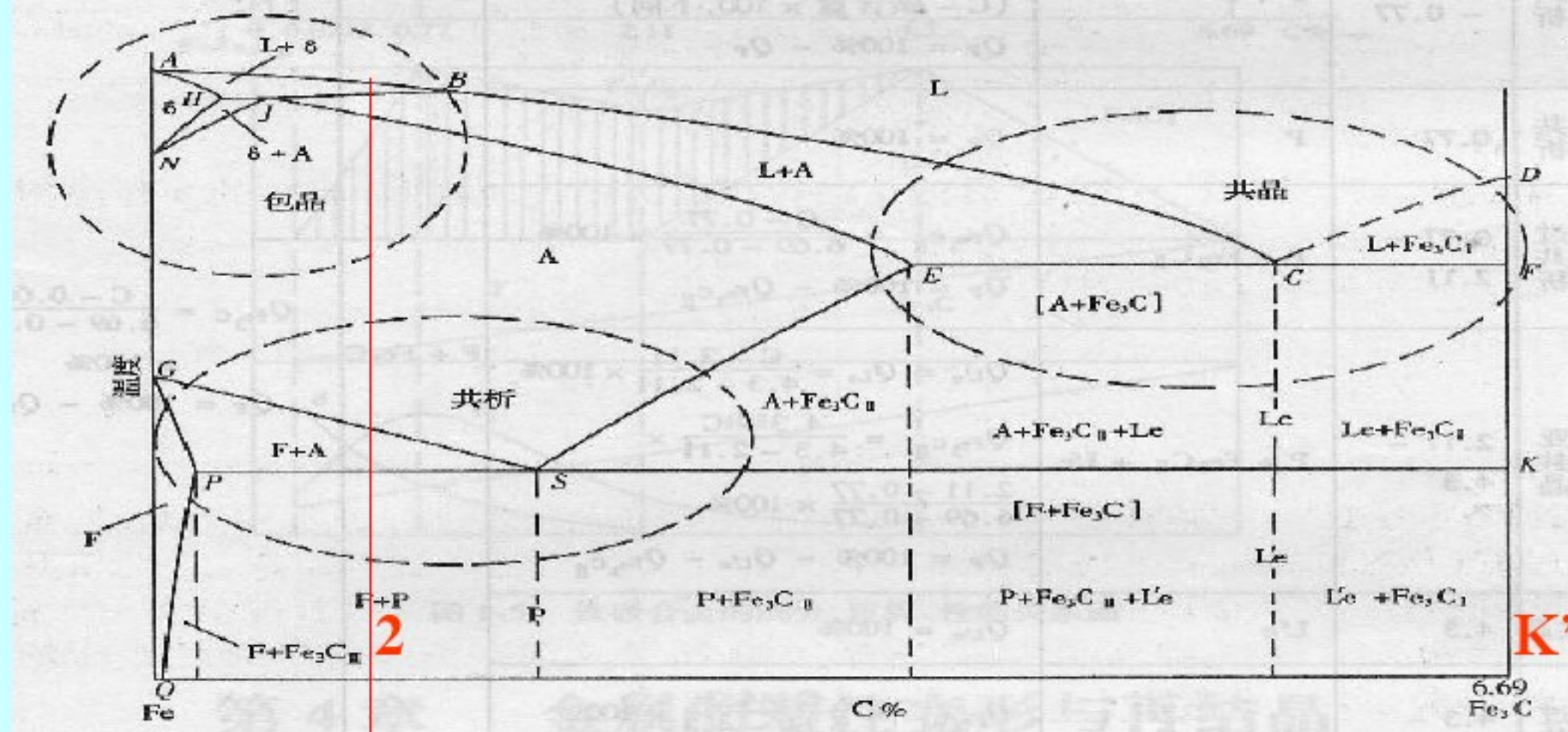
1. 分别计算在共析温度下和室温时珠光体中相的相对重量百分比。

$$\text{共析温度下: } Q_{\alpha} = SK / PK = [(6.69 - 0.77) / (6.69 - 0.0218)] * 100\% \\ = 88.8\%$$

$$Q_{\text{Fe}_3\text{C}} = 100\% - 88.8\% = 11.2\%$$

$$\text{室温下: } Q_{\alpha} = S'K' / QK' = [(6.69 - 0.77) / (6.69 - 0.0008)] * 100\% \\ = 88.5\%$$

$$Q_{\text{Fe}_3\text{C}} = 100\% - 88.5\% = 11.5\%$$



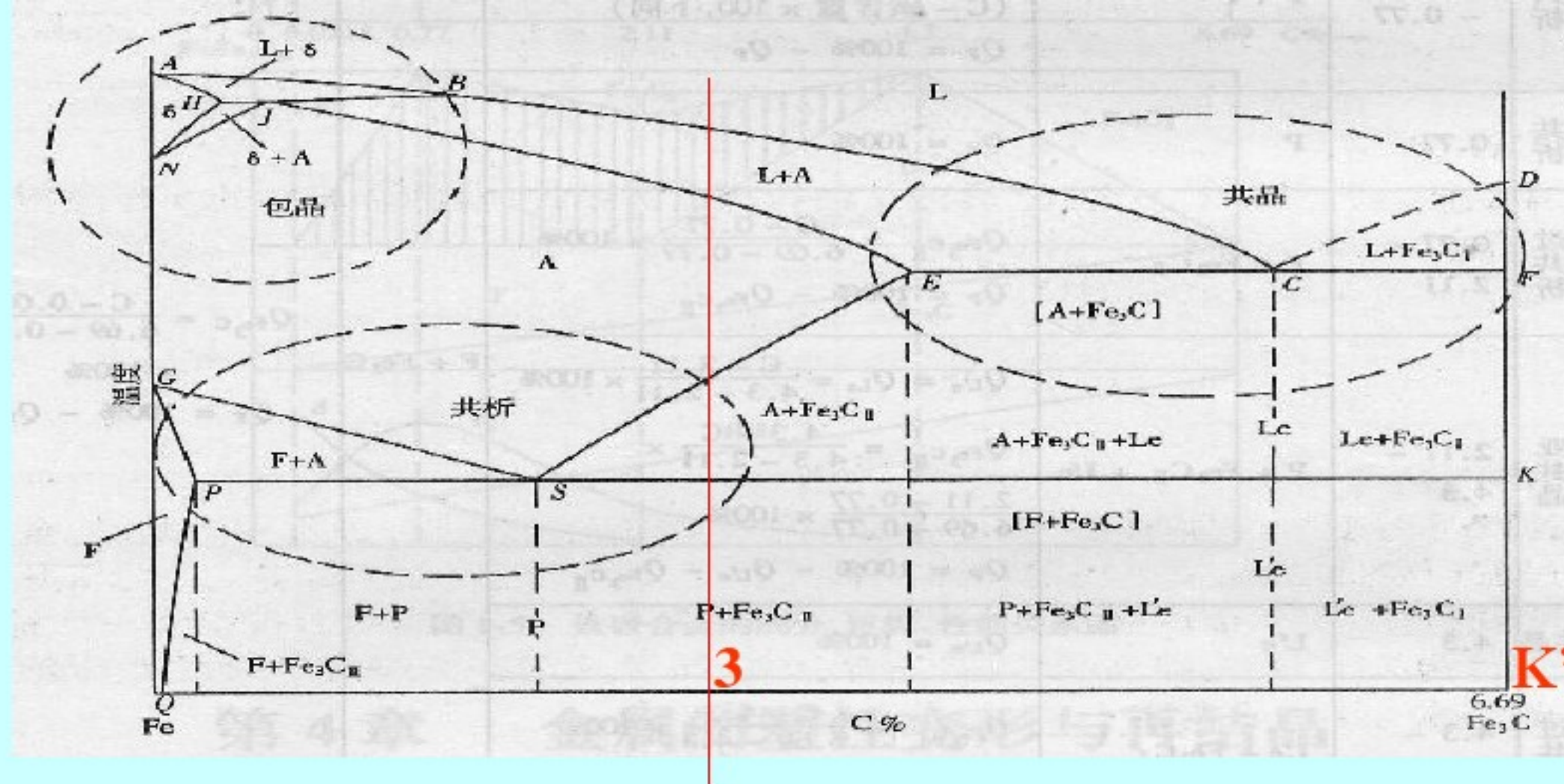
2. 计算45钢(含碳量为0.45%)在室温下相和组织组成物的相对重量百分比。

相组成: $Q_{\alpha} = 2K' / QK' = [(6.69 - 0.45) / (6.69 - 0.0008)] * 100\%$
 $= 93.3\%$

$Q_{Fe_3C} = 100\% - 93.3\% = 6.7\%$

组织组成: $Q_{\alpha} = 2S' / QS' = [(0.77 - 0.45) / (0.77 - 0.0008)] * 100\%$
 $= 41.6\%$

$Q_P = 100\% - 41.6\% = 58.4\%$



3. 计算含碳量为1.0%的过共析钢在室温下组织组成物的相对重量百分比，以及在过共析钢区域范围内能够析出的 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ 的最大百分比。

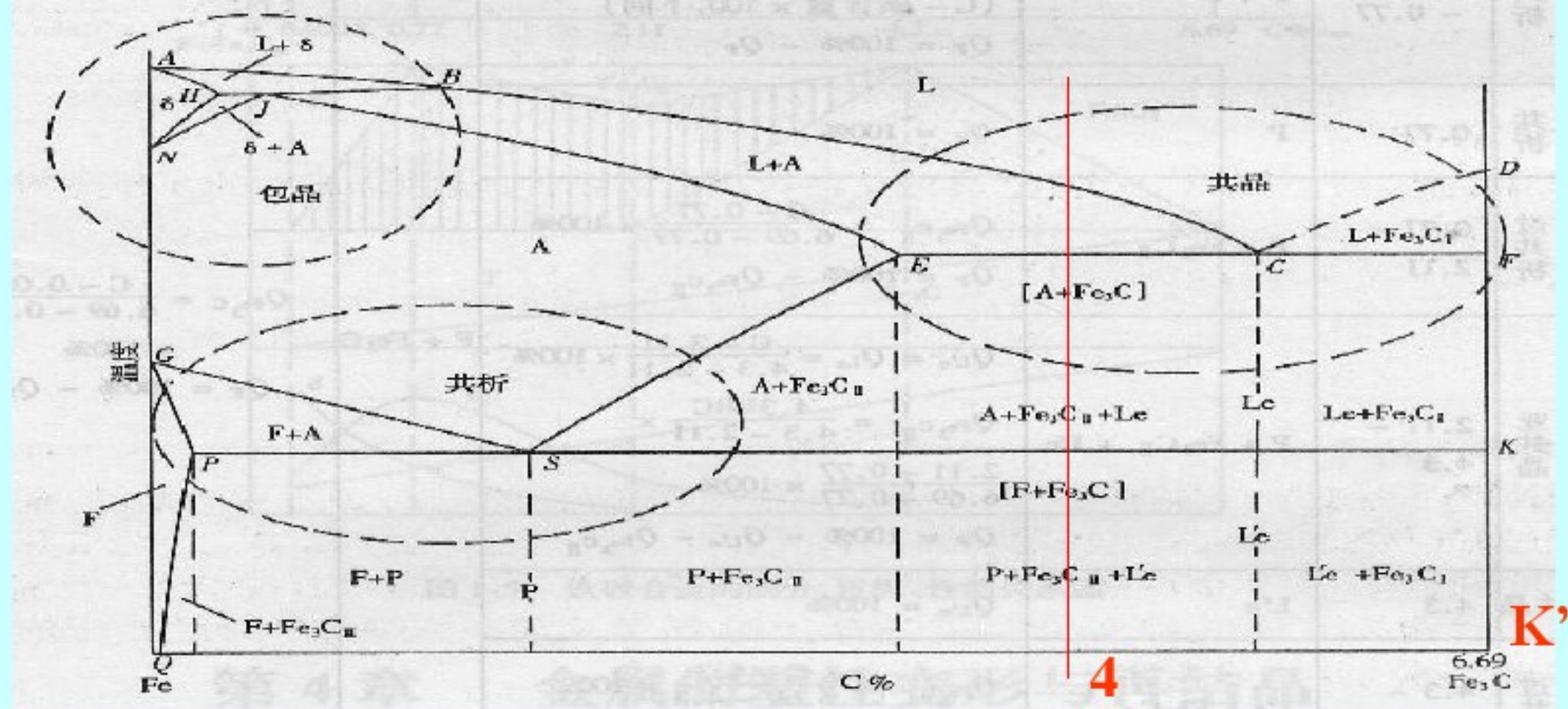
组织组成：
$$Q_{\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}} = 3S' / S'K' = [(1-0.77)/(6.69-0.77)] * 100\%$$

$$= 3.9\%$$

$$Q_P = 100\% - 3.9\% = 96.1\%$$

$$\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}} \text{最大百分比: } Q_{\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}} = E'S' / S'K' = [(2.11-0.77)/(6.69-0.77)] * 100\%$$

$$= 22.6\%$$



4. 计算含碳量为3.0%的亚共晶白口铸铁在室温下的组织组成物的相对重量百分比。

组织组成: $Q_{Le'} = Q_{Le} = E4 / EC = [(3.0 - 2.11) / (4.3 - 2.11)] * 100\%$
 $= 40.6\%$

$$Q_{Fe_3C_{II}} = (4C / EC) * (E'S' / K'S')$$

$$= [(4.3 - 3.0) / (4.3 - 2.11)] * [(2.11 - 0.77) / (6.69 - 0.77)] * 100\%$$

$$= 13.4\%$$

$$Q_P = 100\% - Q_{Le'} - Q_{Fe_3C_{II}} = 46\%$$

思考题一

1. 合金系统的自由度 F 的含义是：（单选）

B

A、可以使合金状态改变的因素数；

B、保持合金平衡状态不变的前提下，可以独立改变的因素数；

C、够使系统发生变化的最大因素数。

2. 自由度 $F=0$ 的含义是：（单选）

A、任何因素的变化都会造成系统平衡状态的变化；

A

B、没有任何因素可以引起系统状态变化；

C、这样的系统状态不存在。

3. 纯金属凝固时，（多选）

ABC

A、冷却曲线(温度-时间)是水平的；

B、系统自由度 $F=0$ ；

C、纯金属凝固是在恒温下进行的。

4. 在平衡条件下， 100°C 的纯水处于（单选）

A、液态；

B、气态；

C、气、液二相共存状态。

C

5、下列说法哪些是正确的？(多选)

AC

- A、温度高于液相线的合金为液态;
- B、温度低于液相线的合金为固态;
- C、温度低于固相线的合金为固态;
- D、温度高于固相线的合金为液态。

6、非平衡凝固的匀晶合金一般会出现什么现象？。(单选)

B

- A、组织、成分均匀化;
- B、成分不均匀，出现树枝状偏析;
- C、与平衡凝固的合金组织、成分一样，没有区别。

7、在共晶合金系中，只有共晶成分的合金才能发生共晶转变。(单选)

B

- A 是
- B 否

8、发生共晶转变的液相，其成分一定是共晶成分。(单选)

B

- A 是
- B 否

9、根据Pb-Sn相图，应用杠杆定律计算共晶温度下40%Sn合金的共晶组织中的 α 相占全部合金的相对量。(单选)

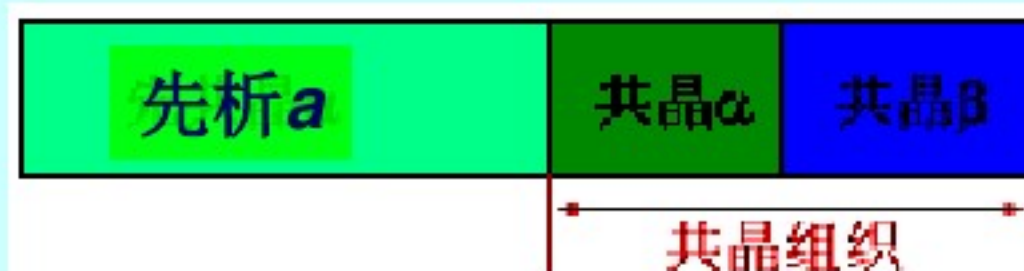
A

- A、18.9 %;
- B、45.5 %;
- C、41.6 %

提示:

40%Sn合金由初生的 α 相（先析 α ）和共晶体组成，共晶体又由 α 相和 β 相组成（见示意图）。

E: 61.9 % α : 18.3 % β : 97.8 %



10、匀晶、共晶和包晶转变有何共同特点？（单选）

B

A、这三个转变都是在恒温下进行的；

B、这三个转变的反应相中都有液相，而生成相都是固相；

C、这三个转变都不是恒温转变。

11、共晶和共析转变有何共同特点？（多选）

A、都是由一个相同时转变成二个相；

B、都是恒温转变；

C、生成相都是固相。

ABC

12、共析与包析转变有何不同？（单选）

A、都是固态转变；

B、都是恒温转变；

C、共析转变是由一个固相转变成二个固相，包析转变则相反

C

13、熔晶与偏晶转变都是恒温转变吗？（单选）

A 是 B 否

A

14、在分析相图时可以将稳定化合物看作一个组元，从而将复杂相图分成若干个简单相图。你认为分析复杂相图时这是必须的吗？（单选）

A 是 B 否

A

思考题二

1、说明下列基本概念

工业纯铁、碳钢、铸铁、包晶转变、共晶转变、共析转变、 α -Fe、铁素体、 γ -Fe、奥氏体、一次渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体、珠光体、莱氏体。

2、下列说法正确的是：（多选）

AC

- A、铁素体是碳溶解于 α -Fe中形成的固溶体，具有体心立方晶体结构；
- B、渗碳体是碳溶解于 γ -Fe中形成的固溶体，具有体心立方晶体结构；
- C、奥氏体是碳溶解于 γ -Fe中形成的固溶体，具有面心立方晶体结构。

3、亚共析钢的含碳量范围是：（单选）

A

A、0.0218% ~ 0.77% C； B、0.77% ~ 2.11% C； C、2.11% ~ 4.3% C。

4、共析钢的室温组织是：（单选）

- A、珠光体P + 二次渗碳体 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ ； B、珠光体P（100%）；
- C 莱氏体 L_d' （100%）。

B

5、计算1148℃共晶转变刚结束时莱氏体中渗碳体 Fe_3C 的相对量。 (单选)

A、52%； B、60%； C、48%。

C

6、计算室温时莱氏体中渗碳体 Fe_3C 的相对量。

(单选)

A、48.23% C； B、52.77% C； C、64.27%。

C

7、随着含碳量的增高，亚共析钢的 (单选)

A 强度、硬度升高，塑性下降；

B 塑性升高，强度、硬度下降；

C 强度、硬度和塑性都升高。

A

8、对于过共析钢，含碳量越高， (单选)

A 钢的强度、硬度越高，塑性越低；

B 钢的强度、硬度越低，塑性越高；

C 钢的硬度越高，强度和塑性越低。

C