

第3章 相图题解

1. 根据克拉佩龙-克劳修斯方程，导出单元系两相平衡线的“外延规则”。

2. 根据下列资料，作出 A-B 二元相图

$T_A=1100^{\circ}\text{C}$	$T_B=250$
800°C	$\alpha(13)+L(25.5)$ $\beta(22)$
760°C	$\beta(25)+L(30)$ $\gamma(26.5)$
640°C	$\gamma(34)+\delta(36.5)$ $\zeta(35)$
640°C	$\gamma(42)$ $\varepsilon(38.5)+L(58.5)$
590°C	$\gamma(32)+\zeta(33)$ (32.5)
586°C	$\beta(24.6)$ $\alpha(16)+\gamma(25.5)$
582°C	$\zeta(34)$ $\delta(33)+\delta(36)$
520°C	$\gamma(27)$ $\alpha(16)+\delta(32.5)$
415°C	$\delta(37.5)+L(92)$ (59)
350°C	$\delta(32.7)$ $\alpha(11)+\delta(36)$
227°C	$L(98)$ $(61)+B$

在 150°C 时 B 在 α 的溶解度为 1%。在 150°C 时 δ 相成分范围是 36%~37.5%， δ 相线和 γ 相线在 676°C 有最高共同点，共同点成分为 38%。在 150°C 时 η 相成分范围为 61%~62%， η 相有一个有序转变，在含 B 低一侧有序化温度为 189°C，在含 B 高一侧有序化温度为 186°C。A 几乎不溶于 B。

3. 根据 Fe-C 相图

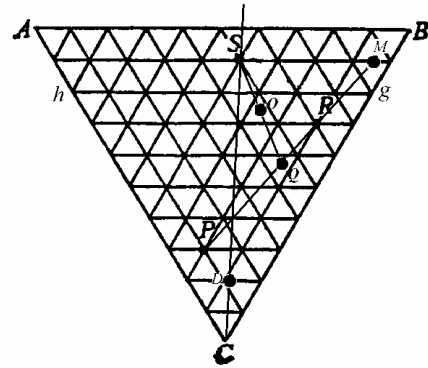
(a) 计算 $w(\text{C})$ 为 0.1% 以及 1.2% 的铁碳合金在室温时平衡状态下相的相对量，计算共析体（珠光体）的相对量。

(b) 计算 $w(\text{C})$ 为 3.4% 的铁碳合金在室温时平衡状态下相的相对量。计算刚凝固完毕时初生 γ 相（奥氏体）和共晶体的相对量。计算在共析温度下由全部初生 γ 相析出的渗碳体占总体（整个体系）量的百分数。计算在共晶体中最后转变生成的共析体占总体（整个体系）量的百分数。

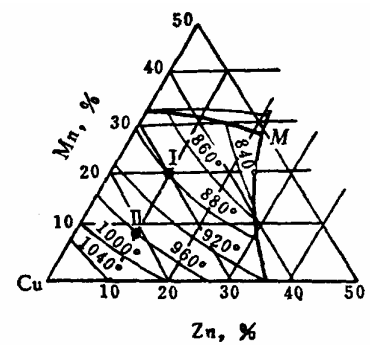
4. 若已知体系成分以及此体系三相平衡时的 3 个平衡相的成分，写出 3 个平衡相的相对量的解析式子。编制一个用计算机计算的程序。

5. 图 3-73 给出 A-B-C 三元成分三角形

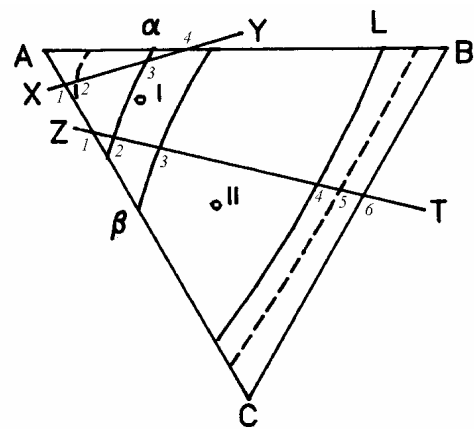
- (a) 定出图中的 P 、 R 、 S 三点的成分。问由 $2\text{kg}P$ 、 $4\text{kg}R$ 、 $7\text{kg}S$ 混合后的体系的成分是什么？
 (b) 从图中定出含 C 为 80%，而 A 和 B 组元浓度比等于 S 成分的合金的成分。
 (c) 若有 $2\text{kg}P$ 成分合金，问要配什么样成分的合金才能混合成 $6\text{kg}R$ 成分的合金？



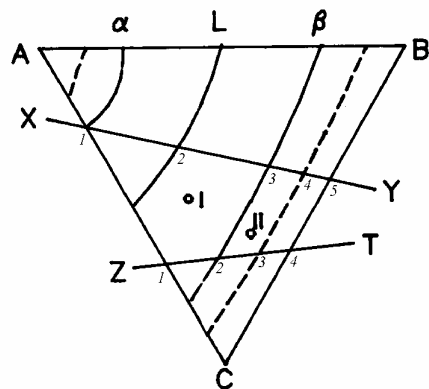
6. 图 3-74 给出 Cu-Mn-Zn 液相面的等温线投影图。写出
 、 点的成分及它们的熔点。



7. 根据图 3-76 给出的投影图，画出 XY 及 ZT 的垂直截面示意图，说明 α 及 β 成分合金冷却时所发生的变化。



8. 根据图 3-75 给出的投影图示意地画出 XY 及 ZT 的垂直截面，并说明 α 及 β 成分合金冷却时所发生的变化。



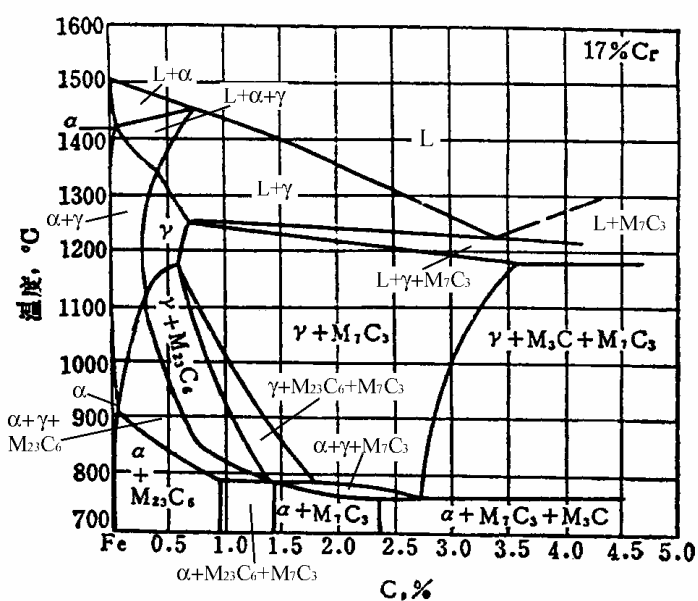
9.图 3-77 给出 Fe-Cr-C 系含 $w(\text{Cr})$ 为 17% 的垂直截面。

(a) 把各相区的各相的名称填上。

(a) 从截面上能判断哪一些三相区的三相反应类型，是什么反应？

(c) 有哪几个四相区，哪些四相区能从截面上判断四相反应类型，是什么反应？

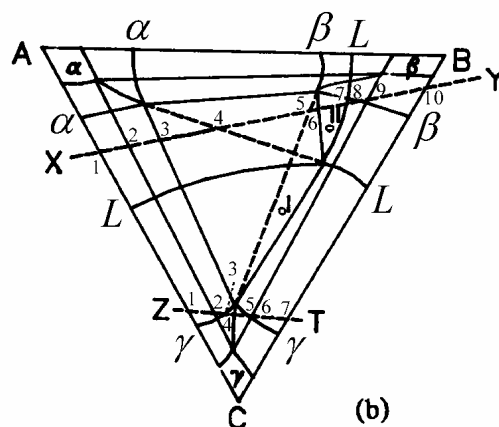
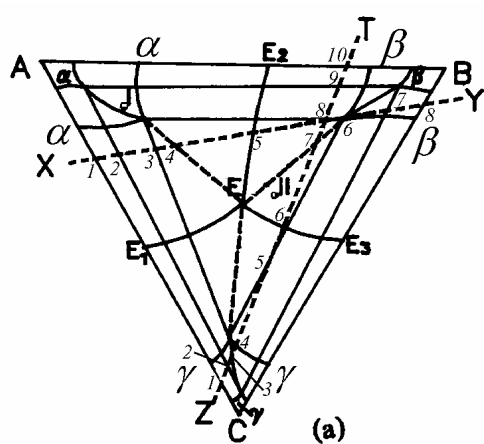
(d) 1.5%C-17%Cr-Fe 合金加热时不出现液相的最高温度是多少？



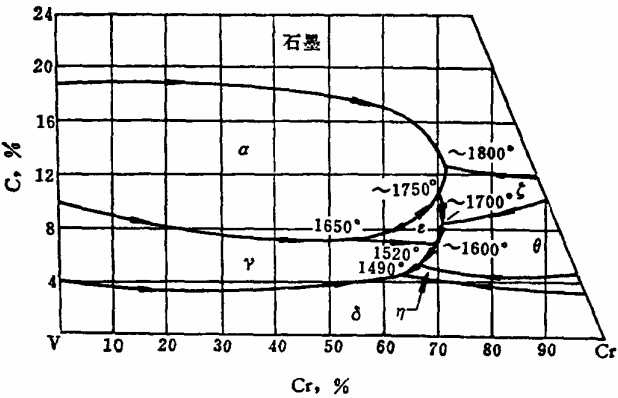
10.图 3-78 所给出的 2 个投影图，它们和图 3-44(a)和图 3-46(a)是同一类型的。

(1) 示意画出其中的 XY 和 ZT 的垂直截面图。

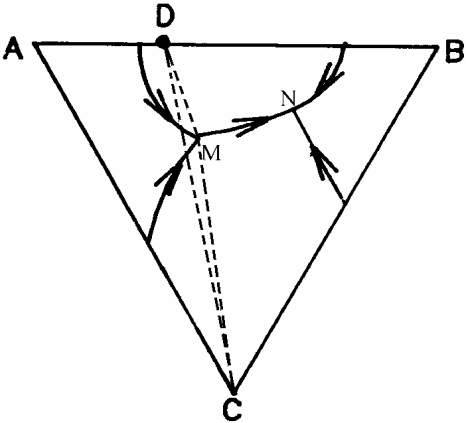
(2) 说明其中 和 成分的合金的冷却过程的变化。



11.图 3-79 给出 V-Cr-C 三元系的液相面投影图。列出所有的四相反应的反应式。

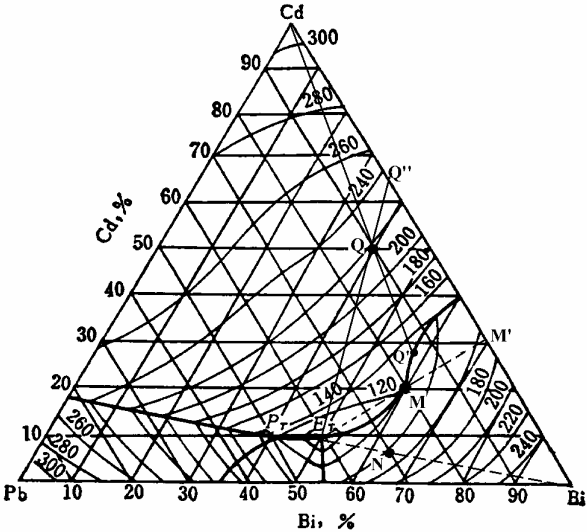


12.图 3-80 给出 A-B-C 三元 系液相面投影图，AB 系有一个稳定化合物 D，设 A、B、C 和 D 都具有极小的溶解度。分析和写出所有的三相反应，写出所有的四相反应。画出这个体系的投影图。

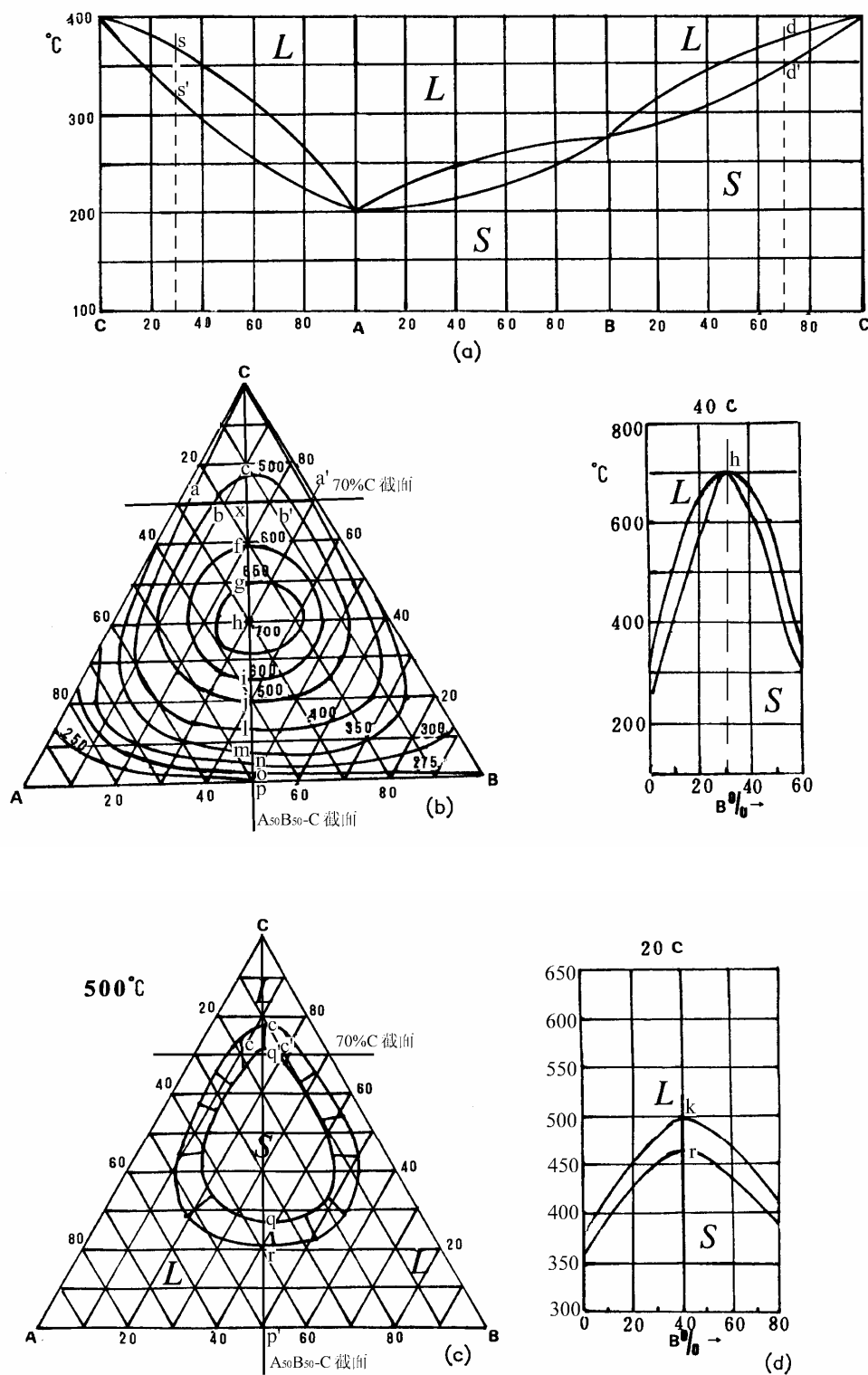


13.根据给出的 Pb-Cd-Bi 三元系的投影图（图 3-81），并已知在固态下 Bi 和 Cd 对其它组元都没有溶解度， E_T 温度为 93.3°C 。

- (a)写出 2 个四相反应的液相成分及四相反应式。
- (b)画出 $w(\text{Cd})=20\%$ ， $w(\text{Pb})=20\%$ ； $w(\text{Pb})=30\%$ ， $w(\text{Cd})=6\%$ 和 $w(\text{Pb})=10\%$ ， $w(\text{Bi})=40\%$ 等 3 个合金的冷却曲线，在曲线转折点上标上温度，并计算冷却后的组织相对量。

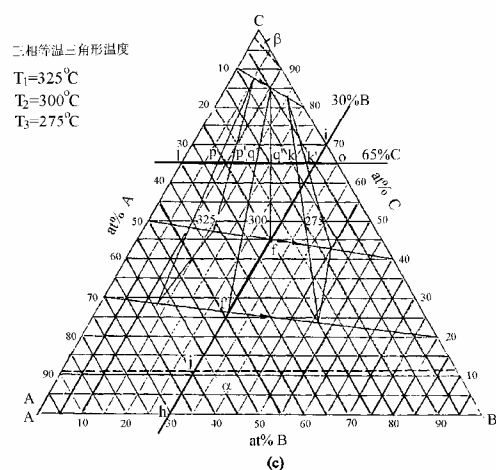
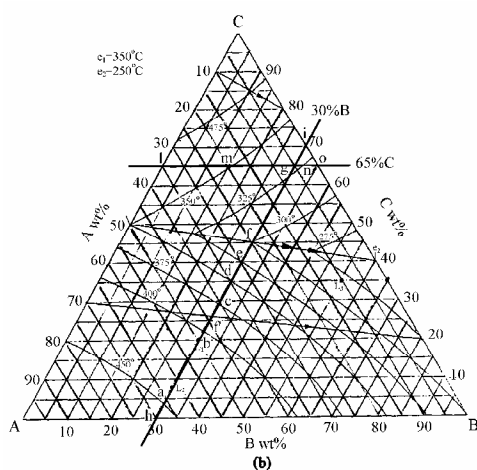
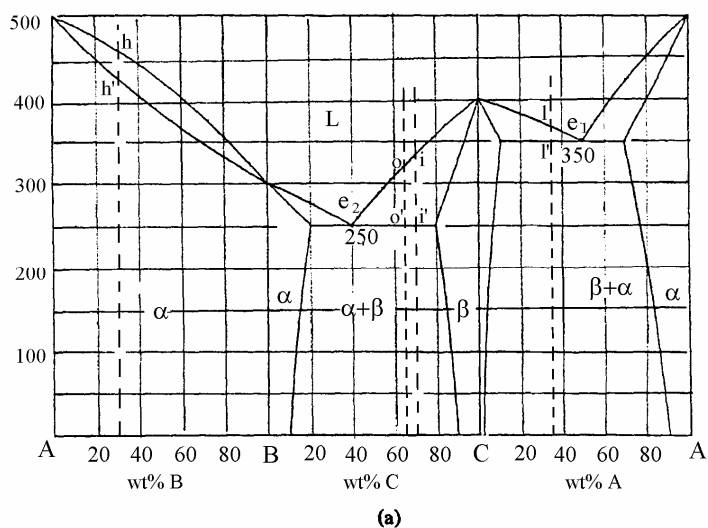


14. 图 3-82 给出三元系 A-B-C 的一些资料：图 3-82(b) 是液相面投影，图 3-82(c) 是 500°C 恒温截面，图 3-82(d) 是 40%C 和 20%C 恒元垂直截面。画出 70%C 的恒元垂直截面以及 $A_{50}B_{50}-C$ 的垂直截面。

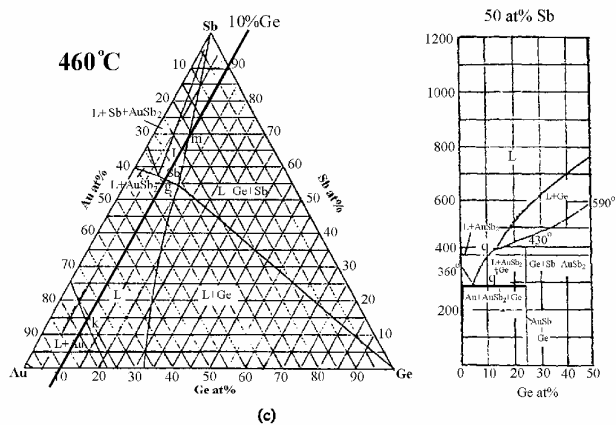
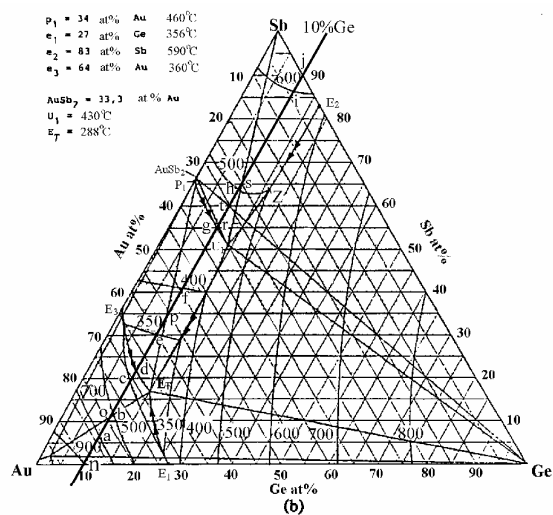
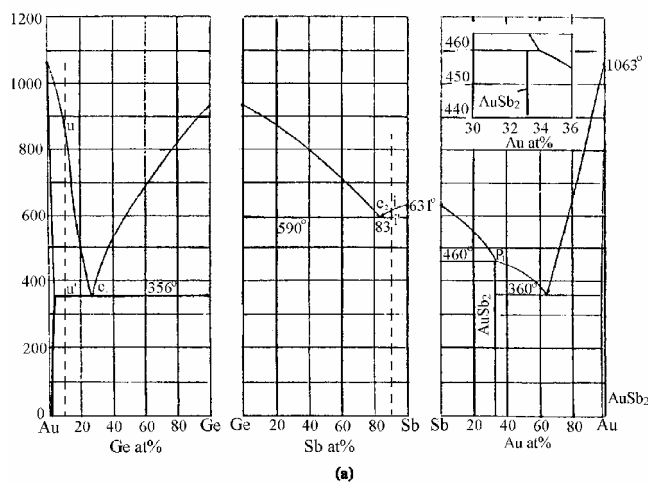


15.图 3-83 给出三元系 A-B-C 的一些资料：图 3-83(b)是液相面投影图，图 3-83(c)是三个温度的三相平衡区投影，其中虚线是室温截面图。画出 $w(B)=30\%$ 以及 $w(C)=65\%$ 的垂直截面。

再由 A-B 和 C-B 二元相图



16.图 3-84 给出 Au-Sb-Ge 三元系的一些资料：图 3-84(b)是液相面投影图以及两个四相平衡投影，图 3-84(c)是 450 °C 的恒温截面，作出 500°C 以及室温的恒温截面。作出 $x(\text{Ge})=10\%$ 的垂直截面。用表 3-4 的方式描述 Au-Sb-Ge 系发生的反应。



17.根据铁碳相图获得 $\gamma\text{-Fe}_3\text{C}$ 平衡时 $\gamma\text{-Fe}$ 的浓度和温度关系（如下表），求 Fe_3C 在 $\gamma\text{-Fe}$ 的溶解热。

温度/	727	780	820	860	900	940	980	1020	1060	1100	1140
w(C)/%	0.770	0.881	0.987	1.100	1.213	1.333	1.474	1.619	1.760	1.912	2.074

18.试证亚规则溶体模型中，A-B 二元系溶解度间隙的临界温度 T_c 及系数 P_1 、 P_0 间关系如下：

$$\frac{RT_c}{x_A x_B} = 6P_1 x_B - 2(P_1 - P_0) \quad \frac{RT_c}{x_A^2 N_B^2} = \frac{6P_1}{2x_B - 1}$$

19.用吉布斯自由能曲线以及切线方法证明二元相图两相平衡共轭线的“外延规则”。

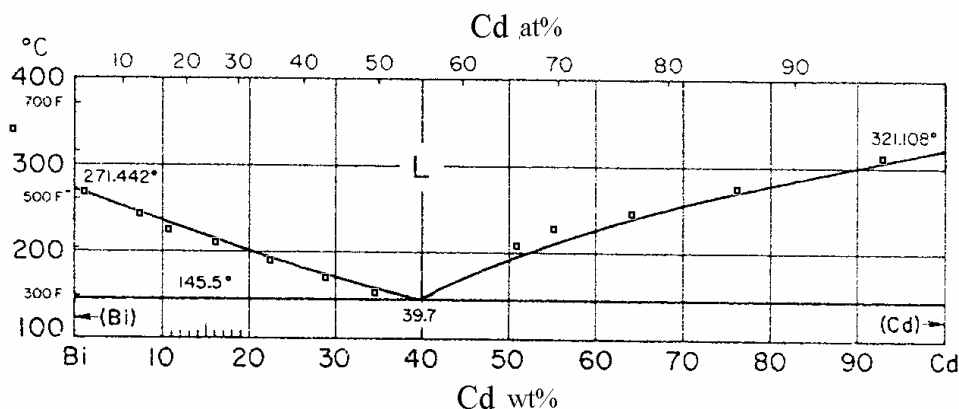
20.用吉布斯自由能曲线以及公切线方法说明某些中间相存在的成分范围有可能不包含其理想配比的成分。

21.证明两相平衡时在两相的相线出现最大（最小）共同点处 $dT/dx_B=0$

22.图 3-85 给出 Cd-Bi 二元相图，设 Cd-Bi 液相构成理想溶体。

(a)求 Bi 和 Cd 的凝固潜热。

(b)利用求得的凝固潜热资料，计算 Cd-Bi 相图，并和实际相图比较。



23. 设 A-B 二元合金系，无论液相或固相都形成理想溶体。纯 A 金属相变吉布斯自由能数据（单位： $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$ ）：

$\beta(\text{bcc})$	L	熔点	$T_A^\beta = 2900\text{K}$	$\Delta G_A^{\beta \rightarrow L} = 4186(5800 - 2.0T)$
$\alpha(\text{hcp})$	L	熔点	$T_A^\alpha = 1900\text{K}$	$\Delta G_A^{\alpha \rightarrow L} = 4186(3800 - 2.0T)$
$\alpha(\text{fcc})$	L	熔点	$T_A^\alpha = 1530\text{K}$	$\Delta G_A^{\alpha \rightarrow L} = 4186(3300 - 2.15T)$
β	ε			$\Delta G_A^{\beta \rightarrow \varepsilon} = 8372$
α	ε			$\Delta G_A^{\alpha \rightarrow \varepsilon} = 4186(-500 - 0.15T)$
α	β			$\Delta G_A^{\alpha \rightarrow \beta} = 4186(-2500 - 0.15T)$

纯 B 金属相变吉布斯自由能数据：

β	L	熔点	$T_B^\beta = 1420\text{K}$	$\Delta G_B^{\beta \rightarrow L} = 4186(3980 - 2.8T)$
ε	L	熔点	$T_B^\varepsilon = 2550\text{K}$	$\Delta G_B^{\varepsilon \rightarrow L} = 4186(5100 - 2.0T)$

α	L	熔点	$T_B^\alpha = 1730\text{K}$	$\Delta G_B^{\alpha \rightarrow L} = 4186(4980 - 2.8T)$
β	ε			$\Delta G_B^{\beta \rightarrow \varepsilon} = 4186(-1120 - 0.8T)$
α	ε			$\Delta G_B^{\alpha \rightarrow \varepsilon} = 4186(-120 - 0.8T)$
α	β			$\Delta G_A^{\alpha \rightarrow \beta} = 4186$

(a)作出涉及液相的 T_0-x_B 曲线图(即各相的熔点-成分线)。 T_0 的定义为：

$$\Delta G^{u_1 \rightarrow u_2} = (1 - x_B) \Delta G_A^{u_1 \rightarrow u_2} + x_B \Delta G_B^{u_1 \rightarrow u_2} = 0$$

其中 u_1 和 u_2 代表任意两个相。

(b)计算并作出 (1500K 以上部分) 的 A-B 相图。

24. 设 A 和 B 的熔点分别为 1200K 和 800K ,应用给出程序(见第三章附录) , 计算 $\alpha+L$ 两相平衡共轭线。

$\Omega^L=1$, $\Omega^S=2$, A 和 B 熔化熵均为 10J/(mol·K)

$\Omega^L=1$, $\Omega^S=2$, A 和 B 熔化熵均为 20J/(mol·K)

$\Omega^L=1$, $\Omega^S=2$, A 的熔化熵为 5 , B 的熔化熵为 20J/(mol·K)

说明熔化熵对相线形状的影响。