

## 第五章 相平衡练习题

1. 用什么仪器可以区分固溶体和低共熔混合物? ( )  
(A)放大镜 (B)超显微镜  
(C)电子显微镜 (D)金相显微镜
2. 相律在下列体系中何者不适用? ( )  
(A)NaCl 水溶液  
(B)NaCl 饱和水溶液  
(C)NaCl 过饱和水溶液  
(D)NaCl 水溶液与纯水达渗透平衡
3. 在密闭容器中, 让NH<sub>4</sub>Cl(s)分解达到平衡后, 体系中的相数是: ( )  
(A)1 (B)2 (C)3 (D)4
4. NH<sub>4</sub>HS(s) 和任意量的NH<sub>3</sub>(g) 及H<sub>2</sub>S(g) 达平衡时, 有: ( )  
(A)  $C=2, \Phi=2, f=2$   
(B)  $C=1, \Phi=2, f=1$   
(C)  $C=2, \Phi=3, f=2$   
(D)  $C=3, \Phi=2, f=3$
5. Fe(s)、FeO(s)、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(s) 与CO(g)、CO<sub>2</sub>(g) 达到平衡时, 其独立化学平衡数 R、组分数 C 和自由度数 f 分别为: ( )  
(A)  $R=3; C=2; f=0$   
(B)  $R=4; C=1; f=-1$   
(C)  $R=1; C=4; f=2$   
(D)  $R=2; C=3; f=1$
6. 将固体 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>(s) 放入真空容器中, 恒温到 400 K, NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 按下式分解并达到平衡:  
$$\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s}) = \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$$
体系的组分数 C 和自由度数 f 为: ( )  
(A)  $C=2, f=1$   
(B)  $C=2, f=2$   
(C)  $C=1, f=0$   
(D)  $C=3, f=2$
7. FeCl<sub>3</sub>和 H<sub>2</sub>O 能形成 FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O, 2FeCl<sub>3</sub>·7H<sub>2</sub>O, 2FeCl<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O 四种水合物, 则该体系的独立组分数 C 和在恒压下最多可能的平衡共存的相数  $\Phi$  分别为: ( )  
(A)  $C=3, \Phi=4$   
(B)  $C=2, \Phi=4$   
(C)  $C=2, \Phi=3$   
(D)  $C=3, \Phi=5$

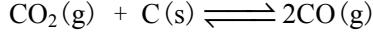
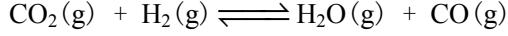
8. 硫酸与水可形成  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  三种水合物, 问在 101 325 Pa 的压力下, 能与硫酸水溶液及冰平衡共存的硫酸水合物最多可有多少种?

- ( )  
(A) 3 种  
(B) 2 种  
(C) 1 种  
(D) 不可能有硫酸水合物与之平衡共存。

9. 将  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$  三种气体充进 773 K, 32 424 kPa 的合成塔中, 在有催化剂存在的情况下, 指出下列三种情况时该体系的独立组分数  $C(1)$ ,  $C(2)$ ,  $C(3)$  各为多少?

- ( )  
(1) 进入塔之前  
(2) 在塔内反应达平衡时  
(3) 若只充入  $\text{NH}_3$  气, 待其平衡后  
(A) 3, 2, 1  
(B) 3, 2, 2  
(C) 2, 2, 1  
(D) 3, 3, 2

10. 某体系存在  $\text{C}(\text{s})$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ,  $\text{CO}(\text{g})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$ ,  $\text{H}_2(\text{g})$  五种物质, 相互建立了下述三个平衡:



则该体系的独立组分数  $C$  为: ( )

- (A)  $C=3$   
(B)  $C=2$   
(C)  $C=1$   
(D)  $C=4$

11. 某一水溶液中有  $n$  种溶质, 其摩尔分数分别是  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , 若使用只允许水出入的半透膜将此溶液与纯水分开, 当达到渗透平衡时水面上的外压为  $p_w$ , 溶液面上外压为  $p_s$ , 则该体系的自由度数为:

- ( )  
(A)  $f=n$   
(B)  $f=n+1$   
(C)  $f=n+2$   
(D)  $f=n+3$

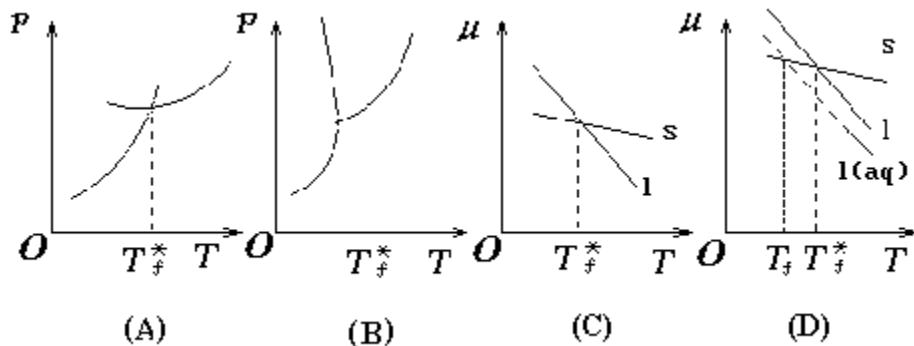
12. 当乙酸与乙醇混合反应达平衡后, 体系的独立组分数  $C$  和自由度  $f$  应分别为: ( )  
(A)  $C=2, f=3$   
(B)  $C=3, f=3$   
(C)  $C=2, f=2$   
(D)  $C=3, f=4$
13. NaCl 水溶液和纯水经半透膜达成渗透平衡时, 该体系的自由度是: ( )  
(A) 1  
(B) 2  
(C) 3  
(D) 4
14. 将  $\text{AlCl}_3$  溶于水中全部水解, 此体系的组分数  $C$  是: ( )  
(A) 1  
(B) 2  
(C) 3  
(D) 4
15. 在  $101\ 325\ \text{Pa}$  的压力下,  $\text{I}_2$  在液态水和  $\text{CCl}_4$  中达到分配平衡 (无固态碘存在), 则该体系的自由度数为: ( )  
(A)  $f^*=1$   
(B)  $f^*=2$   
(C)  $f^*=0$   
(D)  $f^*=3$
16. 二元合金处于低共熔温度时物系的自由度  $f$  为: ( )  
(A) 0  
(B) 1  
(C) 2  
(D) 3
17. 298 K 时, 蔗糖水溶液与纯水达渗透平衡时, 整个体系的组分数、相数、自由度数为: ( )  
(A)  $C=2, \Phi=2, f^*=1$   
(B)  $C=2, \Phi=2, f^*=2$   
(C)  $C=2, \Phi=1, f^*=2$   
(D)  $C=2, \Phi=1, f^*=3$
18. 对恒沸混合物的描述, 下列各种叙述中哪一种是不正确的? ( )  
(A) 与化合物一样, 具有确定的组成  
(B) 不具有确定的组成  
(C) 平衡时, 气相和液相的组成相同  
(D) 其沸点随外压的改变而改变

19. 一体系如下图所示, 其中半透膜  $aa'$  只允许  $O_2(g)$  通过, 请选择正确的答案。
- 体系的组分数为: ( )  
 (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 1
  - 体系的相数为: ( )  
 (A) 3 相 (B) 4 相 (C) 5 相
  - 体系的自由度数为: ( )  
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
- The diagram shows a rectangular container divided into two compartments by a vertical semi-permeable membrane labeled  $aa'$ . The left compartment contains  $O_2(g)$  at the top and  $Ag(s)$  at the bottom. The right compartment contains  $O_2(g)$  at the top,  $Ag_2O(s)$  in the middle, and  $CCl_4(g)$  at the bottom.
20.  $CuSO_4$ 与水可生成 $CuSO_4 \cdot H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 3H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 三种水合物, 则在一定温度下与水蒸气平衡的含水盐最多为: ( )  
 (A) 3 种 (B) 2 种 (C) 1 种 (D) 不可能有共存的含水盐
21.  $CuSO_4$ 与水可生成 $CuSO_4 \cdot H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 3H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 三种水合物, 则在一定压力下, 与 $CuSO_4$ 水溶液及冰共存的含水盐有: ( )  
 (A) 3 种 (B) 2 种 (C) 1 种 (D) 不可能有共存的含水盐
22. 在通常情况下, 对于二组分物系能平衡共存的最多相为: ( )  
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
23. 如图所示, 物系处于容器内, 容器中间的半透膜AB只允许 $O_2(g)$ 通过, 当物系建立平衡时, 则物系中存在的相为: ( )
- (A) 1 气相, 1 固相 (B) 1 气相, 2 固相  
 (C) 1 气相, 3 固相 (D) 2 气相, 2 固相
- The diagram shows a rectangular container divided into two compartments by a horizontal semi-permeable membrane labeled AB. Compartment A contains  $O_2(g)$  at the top and  $Ag_2O(s)$  at the bottom. Compartment B contains  $O_2(g)$  at the top and  $CCl_4(g)$  at the bottom.
- 当达渗透平衡时, 该体系的自由度为: ( )  
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
24.  $CaCO_3(s)$ ,  $CaO(s)$ ,  $BaCO_3(s)$ ,  $BaO(s)$ 及 $CO_2(g)$ 构成的一个平衡物系, 其组分数为: ( )  
 (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5
25. 由 $CaCO_3(s)$ ,  $CaO(s)$ ,  $BaCO_3(s)$ ,  $BaO(s)$ 及 $CO_2(s)$ 构成的平衡体系, 其自由度为: ( )  
 (A)  $f=2$  (B)  $f=1$  (C)  $f=0$  (D)  $f=3$

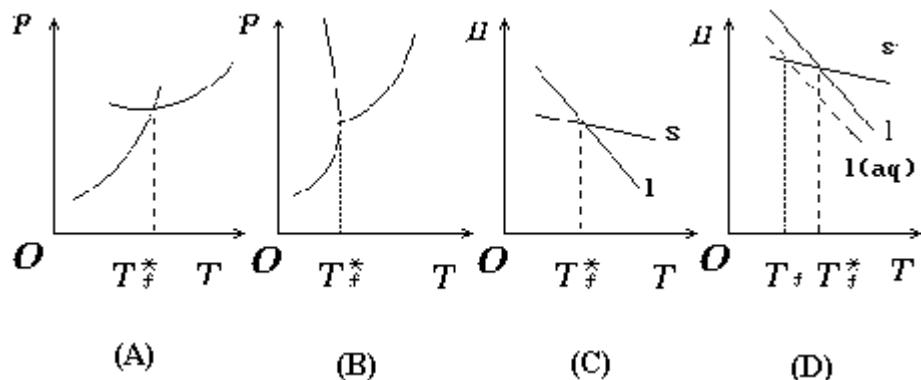
26. 对于渗透平衡体系，相律的形式为： ( )

- (A)  $f = C - \Phi + 3$
- (B)  $f = C - \Phi + 2$
- (C)  $f = C - \Phi + 1$
- (D)  $f = C - \Phi + 0$

27. 凝固点的描述可图示如下，其中哪一个是错误的 ( )



28. 下列四个图中，可作为水的示意相图的是： ( )



29. 三相点是： ( )

- (A) 某一温度，超过此温度，液相就不能存在
- (B) 通常发现在很靠近正常沸点的某一温度
- (C) 液体的蒸气压等于  $25^\circ\text{C}$  时的蒸气压三倍数值时的温度
- (D) 固体、液体和气体可以平衡共存时的温度和压力

30. 某一固体在  $25^\circ\text{C}$  和  $p^\ominus$  压力下升华，这意味着： ( )

- (A) 固体比液体密度大些
- (B) 三相点的压力大于  $p^\ominus$
- (C) 固体比液体密度小些
- (D) 三相点的压力小于  $p^\ominus$

31. 某一物质 X 在三相点时的温度是 20°C, 压力是  $2p^\ominus$ 。下列哪一种说法是不正确的。( )  
(A) 在 20°C 以上 X 能以液体存在  
(B) 在 20°C 以下 X 能以固体存在  
(C) 在 25°C,  $p^\ominus$  下液体 X 是稳定的  
(D) 在 25°C 时, 液体 X 和固体 X 具有相同的蒸气压
32. 碘的三相点处在 115°C 和 12 kPa 上, 这意味着液态碘: ( )  
(A) 比固态碘密度大  
(B) 在 115°C 以上不能存在  
(C) 在  $p^\ominus$  压力下不能存在  
(D) 不能有低于 12 kPa 的蒸气压
33. N<sub>2</sub> 的临界温度是 124 K, 如果想要液化 N<sub>2</sub> 就必须: ( )  
(A) 在恒温下增加压力  
(B) 在恒温下降低压力  
(C) 在恒压下升高温度  
(D) 在恒压下降低温度
34. 哪一种相变过程可以利用来提纯化学药品? ( )  
(A) 凝固  
(B) 沸腾  
(C) 升华  
(D) (A)、(B)、(C) 任一种
35. 对于与本身的蒸气处于平衡状态的液体, 通过下列哪种作图法可获得一直线。( )  
(A)  $p$  对  $T$   
(B)  $\lg(p/\text{Pa})$  对  $T$   
(C)  $\lg(p/\text{Pa})$  对  $1/T$   
(D)  $1/p$  对  $\lg(T/\text{K})$
36. 在相图上, 当体系处于下列哪一点时只存在一个相? ( )  
(A) 恒沸点  
(B) 熔点  
(C) 临界点  
(D) 低共熔点
37. 当克劳修斯-克拉贝龙方程应用于凝聚相转变为蒸气时, 则: ( )  
(A)  $p$  必随  $T$  之升高而降低  
(B)  $p$  必不随  $T$  而变  
(C)  $p$  必随  $T$  之升高而变大  
(D)  $p$  随  $T$  之升高可变大或减少
38. 固体六氟化铀的蒸气压  $p$  与  $T$  的关系为  $\lg(p/\text{Pa}) = 10.65 - 2560/(T/\text{K})$ , 则其平均升华热为: ( )  
(A) 2.128 kJ·mol<sup>-1</sup>  
(B) 49.02 kJ·mol<sup>-1</sup>  
(C) 9.242 kJ·mol<sup>-1</sup>  
(D) 10.33 kJ·mol<sup>-1</sup>
39. 某气体服从状态方程  $pV(1-\beta p) = nRT$ ,  $\beta$  为与气体性质和温度有关的常数。根据相图和相律可知, 该气体在气相区、气液共存区、临界点时的自由度分别为: ( )  
(A) 3, 2, 1  
(B) 3, 1, 0  
(C) 2, 1, 0  
(D) 2, 1, 1

40. 在一个密封的容器中装满了温度为 373.15 K 的水, 一点空隙也不留, 这时水的蒸气压:

( )

- (A) 等于零
- (B) 等于 101.325 kPa
- (C) 小于 101.325 kPa
- (D) 大于 101.325 kPa

41. 在 373.15 K 时, 某有机液体 A 和 B 的蒸气压分别为  $p$  和  $3p$ , A 和 B 的某混合物为理想液体混合物, 并在 373.15 K,  $2p$  时沸腾, 那么 A 在平衡蒸气相中的摩尔分数是多少?

( )

- (A)  $1/3$
- (B)  $1/4$
- (C)  $1/2$
- (D)  $3/4$

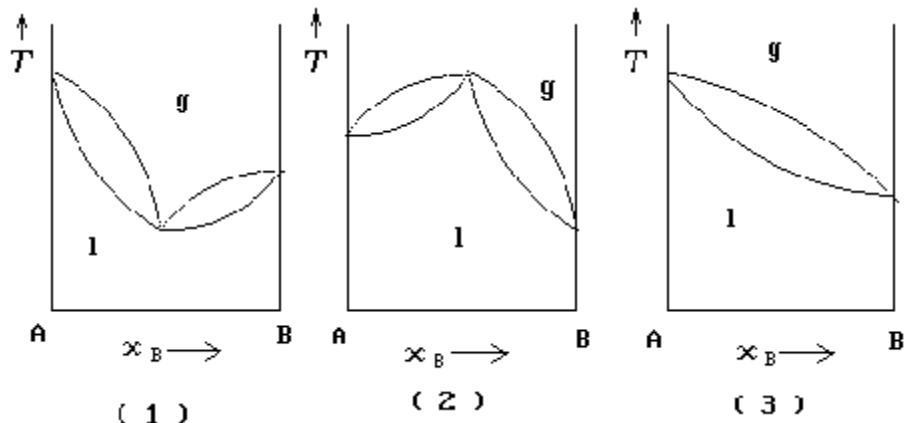
42. 在 400 K 时, 液体 A 的蒸气压为  $4 \times 10^4$  Pa, 液体 B 的蒸气压为  $6 \times 10^4$  Pa, 两者组成理想液体混合物, 平衡时在液相中 A 的摩尔分数为 0.6, 在气相中 B 的摩尔分数为:

( )

- (A) 0.31
- (B) 0.40
- (C) 0.50
- (D) 0.60

43.  $p^\ominus$  时, A 液体与 B 液体在纯态时的饱和蒸气压分别为 40 kPa 和 46.65 kPa, 在此

压力下, A 和 B 形成完全互溶的二元溶液。在  $x_A = 0.5$  时, A 和 B 的平衡分压分别是 13.33 kPa 和 20 kPa, 则此二元物系常压下的  $T-x$  图为下列哪个图: ( )



44. 设 373 K 时, 液体 A 的饱和蒸气压为 133.3 kPa, 液体 B 为 66.66 kPa, 则:

(1) 若 A 和 B 形成理想液体混合物, 当 A 在溶液中的摩尔分数为 0.5 时, 在气相中的摩尔分数为\_\_\_\_\_。

- (A) 2/3 (B) 1/2 (C) 1/3 (D) 1

(2) 若 A 和 B 完全不互溶, 当由 2 mol A 和 3 mol B 在恒温下构成双液体系时, 体系的总蒸气压为\_\_\_\_\_ kPa

- (A) 66.66 (B) 133.3 (C) 200.0 (D) 466.6

45. 已知 A 和 B 可构成固溶体, 在 A 中, 若加入 B 可使 A 的熔点提高, 则 B 在此固溶体中的含量必\_\_\_\_\_ B 在液相中的含量。

- (A) 大于  
(B) 小于  
(C) 等于  
(D) 不能确定

46. 在  $p^\ominus$  下, 用水蒸气蒸馏法提纯某不溶于水的有机物时, 体系的沸点: ( )

- (A) 必低于 373.15 K  
(B) 必高于 373.15 K  
(C) 取决于水与有机物的相对数量  
(D) 取决于有机物的分子量大小

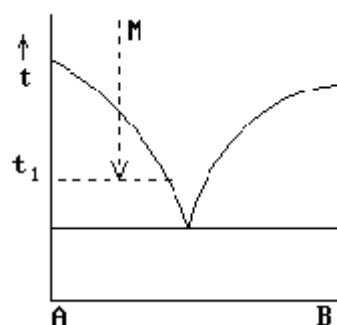
47. 下图为 A, B 二元体系的  $t-x$  图, 当组成为 M 的溶液缓缓冷却至温度  $t_1$  时,

(1) 若以纯固体为标准态, 则液相中 A 的活度: ( )

- (A)  $a_A > 1$  (B)  $a_A = 1$  (C)  $a_A < 1$

(2) 若以过冷液体 A 为标准态, 则 A 的活度: ( )

- (A)  $a_A > 1$  (B)  $a_A = 1$  (C)  $a_A < 1$



48.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  可形成三种水合盐:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , 常压下将  $\text{Na}_2\text{CO}_3(s)$  投入其水溶液中, 待达三相平衡时, 一相是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水溶液, 一相是  $\text{Na}_2\text{CO}_3(s)$ , 则另一相是: ( )

- (A) 冰  
(B)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}(s)$   
(C)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}(s)$   
(D)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(s)$

49. 二元合金处于低共熔温度时, 物系的自由度为: ( )

- (A)  $f=0$  (B)  $f=1$   
(C)  $f=3$  (D)  $f=2$

50. 区域熔炼技术主要是应用于: ( )

- (A) 制备低共熔混合物 (B) 提纯  
(C) 制备不稳定化合物 (D) 获得固熔体

51. 已知苯—乙醇双液体系中, 苯的沸点是 353.3 K, 乙醇的沸点是 351.6 K, 两者的共沸组成为: 含乙醇 47.5% (摩尔分数), 沸点为 341.2 K。今有含乙醇 77.5% 的苯溶液, 在达到气液平衡后, 气相中含乙醇为  $y_2$ , 液相中含乙醇为  $x_2$ 。问:

(1) 下列结论何者正确? ( )

- (A)  $y_2 > x_2$  (B)  $y_2 = x_2$  (C)  $y_2 < x_2$  (D) 不确定

(2) 若将上述溶液精馏, 则能得到 ( )

- (A) 纯苯 (B) 纯乙醇  
(C) 纯苯和恒沸混合物 (D) 纯乙醇和恒沸混合物

52. 相律与质量作用定律所讨论的对象虽然都是平衡体系, 但相律只能对体系作出的叙述。例如相律可以确定有几个\_\_\_\_\_能对复杂系统中的相平衡发生影响, 但相律却不能告诉我们这些数目具体代表哪些\_\_\_\_\_或哪些\_\_\_\_\_。

53. 相是热力学体系中\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_完全均匀的部分。

54. 一个体系的物种数可以因考虑问题的角度不同而\_\_\_\_\_, 而组分数是\_\_\_\_\_。

55. 研究多相体系的状态如何随\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_等变量的改变而发生变化, 并用图形来表示体系的状态的变化, 这种图称为状态图或称为相图。

56. 在通常情况下, 体系内部如含有\_\_\_\_\_相, 则称为多相体系。在整个\_\_\_\_\_体系中, 相与相之间没有任何限制条件, 在它们之间可以有\_\_\_\_、\_\_\_\_和\_\_\_\_\_, 也就是说, 每个相是互相敞开的。

57. 指出下列平衡体系的独立组分数:

- (1)  $\text{NaCl(s)}$ 、 $\text{HCl(l)}$ 、 $\text{H}_2\text{O(l)}$ 的饱和水溶液。  
(2)  $\text{H}_2$ 、石墨, 催化剂, 生成  $n$  种碳氢化合物所组成的化学平衡体系。

58. 在 101 325 Pa 压力下,  $\text{I}_2$  在液态水和  $\text{CCl}_4$  中溶解分配达平衡。该平衡体系的自由度为\_\_\_\_\_, 其可变量是\_\_\_\_\_。

59. 1 dm<sup>3</sup> 水中含有 1 mol  $\text{NaCl}$  和少量  $\text{KNO}_3$ , 在一定外压下, 当气液平衡时, 温度定值(填有或没有)。

60. 请填出下列体系的相数  $\Phi = ?$

(1) 雾: \_\_\_\_\_。

(2) 混合均匀的米粉和面粉: \_\_\_\_\_。

61. 在一个真空容器中, 投入  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  加热分解达平衡, 其独立组分数为 \_\_\_\_\_. 若投入  $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s})$  加热分解达平衡, 则其独立组分数为: \_\_\_\_\_。

62.  $\text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$  平衡体系, 其最大相数  $\Phi$  为 \_\_\_\_\_. 其平衡相态分别是: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_。

63. 把  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$  三种气体充入 773 K, 3242 kPa 的带有催化剂的合成塔中。指出下列各情况下体系的独立组分数。

(1) 进入塔之前:  $C$  为 \_\_\_\_\_

(2) 进塔后, 反应达平衡:  $C$  为 \_\_\_\_\_

(3) 若只充入  $\text{NH}_3$  气, 达平衡后:  $C$  为 \_\_\_\_\_

64. 指出下列体系的独立组分数

(1)  $\text{N}_2(\text{g})$  和  $\text{O}_2(\text{g})$ :  $C$  为 \_\_\_\_\_

(2) 在上述体系中加催化剂, 使生成  $n$  种氧化物,  $C$  为 \_\_\_\_\_。

65. 在下列物质共存的平衡体系中:  $\text{Ni}(\text{s})$ ,  $\text{NiO}(\text{s})$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ,  $\text{H}_2(\text{g})$ ,  $\text{CO}(\text{g})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  其独立的化学反应  $R = ?$ , 独立组分数为  $C = ?$ 。

66. 请填出下列平衡体系的相数, 加热混合均匀的金粉和银粉使其熔融后冷却

(1) 冷至温度  $T$  处于:  $T_f^*(\text{金}) > T > T_f^*(\text{银})$  :  $\Phi = ?$

(2) 冷至完全凝固:  $\Phi = ?$

67. 将  $\text{AlCl}_3$  溶于水, 待全部水解时, 体系的组分数  $C = ?$

68. 在密闭的容器中,  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  和  $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s})$  同时分解达到平衡后, 体系中的相数是 \_\_\_\_\_。

69. 298.15 K 时, 蔗糖水溶液与纯水达到渗透平衡时, 体系的组分数  $C = ?$ , 相数  $\Phi = ?$ , 自由度  $f = ?$ 。

70. 298 K 时, A, B 和 C 彼此不发生化学反应。三者所成的溶液与固相 A 和由 B 和 C 组成的气相同时平衡, 则该体系的自由度  $f$  为 \_\_\_\_\_, 平衡共存的最大相数  $\Phi$  为 \_\_\_\_\_, 在恒温条件下如果向溶液中加组分 A, 则体系的压力将 \_\_\_\_\_。若向溶液中加入 B, 则体系的压力将 \_\_\_\_\_。

71. 含有  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ,  $\text{CaO}(\text{s})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  的混合物与  $\text{CO}_2(\text{g})$  和  $\text{N}_2(\text{g})$  的混合物达渗透平衡时, 该体系的物种数  $S$  为 \_\_\_\_\_, 独立组分数  $C$  为 \_\_\_\_\_, 相数  $\Phi$  为 \_\_\_\_\_, 自由度  $f$  为 \_\_\_\_\_。

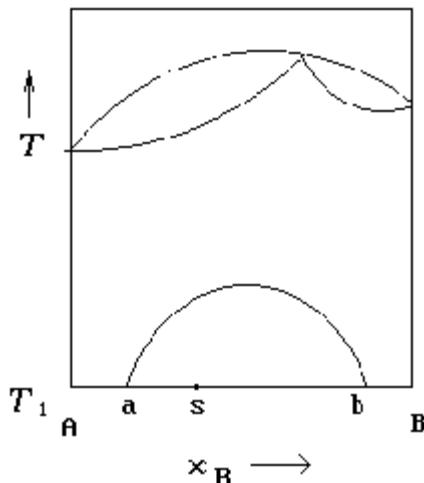
72.  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ,  $\text{BaCO}_3(\text{s})$ ,  $\text{BaO}(\text{s})$  和  $\text{CO}_2(\text{g})$  构成的多相平衡体系的组分数为 \_\_\_\_\_、相数为 \_\_\_\_\_、自由度数为 \_\_\_\_\_。
73. (1) 一定温度下, 蔗糖水溶液与纯水达到渗透平衡时的自由度数等于 \_\_\_\_\_。  
 (2) 纯物质在临界点的自由度数等于 \_\_\_\_\_。  
 (3) 二元溶液的恒沸点的自由度数等于 \_\_\_\_\_。
74. 下列化学反应, 同时共存并到达平衡 (温度在 900~1200 K 范围内):  
 $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$   
 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   
 $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s}) = \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$   
 问该体系的自由度为 \_\_\_\_\_。
75.  $\text{N}_2(\text{g})$ ,  $\text{O}_2(\text{g})$  体系中加入一种固体催化剂, 可生成几种气态氮的氧化物, 则体系的自由度为 \_\_\_\_\_。
76. 对于渗透平衡体系, 相律的形式应写成 \_\_\_\_\_。
77. 在  $\text{H}_2$  和石墨的体系中, 加一催化剂,  $\text{H}_2$  和石墨反应生成  $n$  种碳氢化合物, 此体系的独立组分数为 \_\_\_\_\_。
78. 在  $p^\ominus$  压力下,  $\text{NaOH}$  与  $\text{H}_3\text{PO}_4$  的水溶液达平衡, 则此体系的自由度为 \_\_\_\_\_, 其变量是 \_\_\_\_\_。
79. 含有  $\text{KNO}_3$  和  $\text{NaCl}$  的水溶液与纯水达渗透平衡时, 其组分数为 \_\_\_\_\_, 相数为 \_\_\_\_\_, 自由度数为 \_\_\_\_\_。
80.  $\text{NaCl}(\text{s})$  和含有稀  $\text{HCl}$  的  $\text{NaCl}$  饱和水溶液的平衡体系, 其独立组分数是 \_\_\_\_\_。
81.  $\text{NiO}(\text{s})$  与  $\text{Ni}(\text{s})$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ,  $\text{H}_2(\text{g})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  及  $\text{CO}(\text{g})$  呈平衡, 则该体系的独立组分数为 \_\_\_\_\_, 自由度数为 \_\_\_\_\_。
82. 有  $S'$  种物质溶于水中形成的溶液,  $S'$  种物质的摩尔分数分别为  $x_1$ ,  $x_2$ , ...,  $x_5$ , 如果用只允许水通过的半透膜将该溶液与纯水分开, 当达渗透平衡时, 水面上和溶液面上的压力分别为  $p_w$  和  $p_s$ , 则该体系的组分数  $C =$  \_\_\_\_\_; 相数  $\Phi =$  \_\_\_\_\_; 自由度  $f =$  \_\_\_\_\_。
83.  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  和任意量的  $\text{NH}_3(\text{g})$  及  $\text{HCl}(\text{g})$  达平衡时, 其自由度  $f =$  \_\_\_\_\_。
84. 三相点是 \_\_\_\_\_。
85. 冰的熔点随压力的增大而 \_\_\_\_\_; 正交硫的熔点随压力的增大而 \_\_\_\_\_。

86. 水的三相点和冰点的区别在于:

三相点是指: \_\_\_\_\_;

冰点是指: \_\_\_\_\_。

87. 下图为 A 和 B 的双液系相图, 将 s 点所代表的物系分馏, 并将馏液和残液分别冷却到温度  $T_1$ , 残液的相数为 \_\_\_\_\_, 相点是 \_\_\_\_\_。



88. 化工生产中经常用食盐水溶液作为冷冻循环液, 从食盐在水中溶解度曲线可知, 盐水体系有一定的低共熔点, 因此在实际应用中, 为了得到低温和不堵塞管道的效果, 盐水浓度应采用 \_\_\_\_\_ 为宜。

89. 一般有机物可以用水蒸气蒸馏法提纯, 当有机物的 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 越大时, 提纯一定质量有机物需用的水蒸气量越少, 燃料越省。

90. 完全互溶的二组分溶液, 在  $x_B = 0.6$  处平衡蒸气压有最高值, 那么组成  $x_B = 0.4$  的溶液在气-液平衡时,  $x_B(g)$ ,  $x_B(l)$ ,  $x_B(\text{总})$  的大小顺序为 \_\_\_\_\_. 将  $x_B = 0.4$  的溶液进行精馏, 塔顶将得到 \_\_\_\_\_。

91. Pt-Ag 体系的相图如下:

(1) 填写下列各相区的相态(液相用符号 l, 固溶体用 s 表示, 若有几个固溶体则分别用  $s_1$ ,  $s_2$ , ..., 表示)

1 区:

2 区:

3 区:

4 区:

5 区:

6 区:

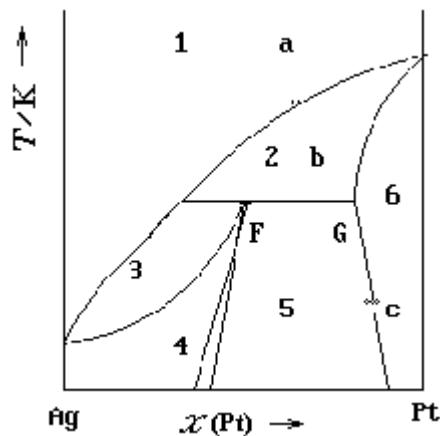
(2) 指出下列各点或线上存在的相。

a 点:

b 点:

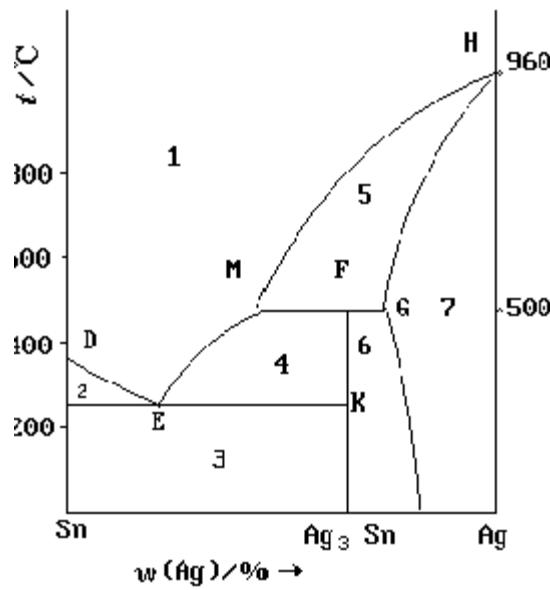
c 点:

EFG 线(不包括两端点):



92. Ag-Sn 体系的相图如下图所示。

- (1) 在相图上标明七个区域内存在的相；
- (2) C点表示的  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  是一种\_\_\_\_\_化合物，C 点的组成为  $w(\text{Ag}) = \underline{\hspace{2cm}}\%$  ；  
(相对原子质量：Ag 为 107.87, Sn 为 118.69)
- (3) 由相图估计，纯 Ag 的熔点约为 \_\_\_\_\_℃，在 800℃ 时 Ag 在液态 Sn 中的溶解度约为  $w(\text{Ag}) = \underline{\hspace{2cm}}\%$  ；
- (4) E 点称为\_\_\_\_\_, 在此温度时对总组成位于 EK 间的某体系加热，则发生的变化为\_\_\_\_\_；
- (5) MFG 线对应的温度称为\_\_\_\_\_, 在此温度时对总组成位于 MF 间的体系冷却，则发生的变化为\_\_\_\_\_；
- (6) 若由一定量的熔液冷却来制取纯  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  固体，则应使熔液的起始组成处于\_\_\_\_ 之间，初始组成越接近\_\_\_\_，冷却温度越接近\_\_\_\_，可获得\_\_\_\_的纯  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  固体就越多。



93. 在抽空密闭容器中加热  $\text{NH}_4\text{Cl}(s)$ ，部分分解成  $\text{NH}_3(g)$  和  $\text{HCl}(g)$ ，当体系建立平衡时，其独立组分数为\_\_\_\_\_，自由度数为\_\_\_\_\_。

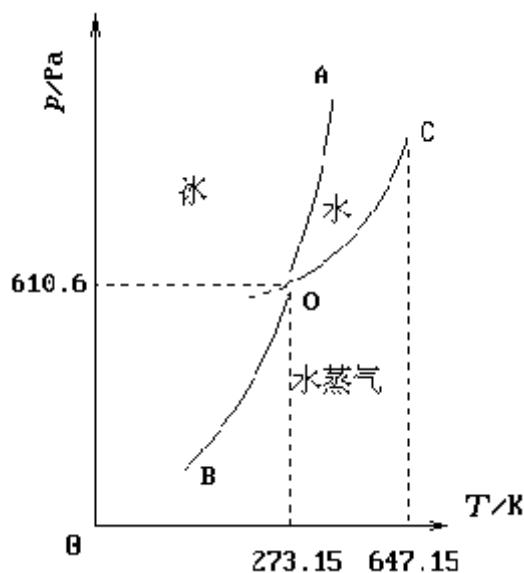
94. 在  $101.325 \text{ kPa}$  时, 使水蒸气通入固态碘( $I_2$ )和水的混合物, 蒸馏进行的温度为  $371.6 \text{ K}$ , 使馏出的蒸气凝结, 并分析馏出物的组成。已知每  $0.10 \text{ kg}$  水中有  $0.0819 \text{ kg}$  碘。试计算该温度时固态碘的蒸气压。

95. 相律为\_\_\_\_\_平衡体系的研究建立了热力学的基础, 是物理化学中最具有普遍性的规律之一, 它讨论平衡体系中的\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_与描述该平衡体系的\_\_\_\_\_之间的关系。

96. 指出下列体系各有几相?

- ① 空气, ② 冰霜, ③ 金刚石和石墨混合物,
- ④ 冰和盐的共晶体, ⑤ 一块黄铜(含  $30\%$  Zn 的 Zn-Cu 合金),
- ⑥ 酒精水溶液, ⑦ 油和水的混合物,
- ⑧ 密封容器中让  $\text{CaCO}_3$  分解并达到平衡,
- ⑨ 牛奶。

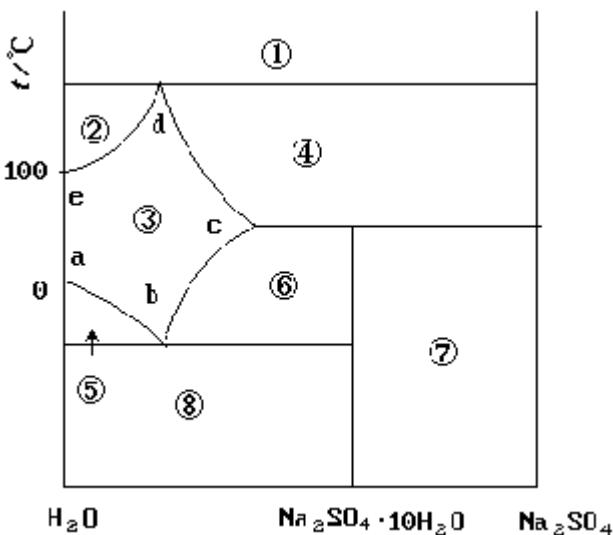
97. 右图是水的状态图, 指出图中的错误并说明理由。



98. 在  $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$  下,  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  于  $1169 \text{ K}$  分解为  $\text{CaO}(\text{s})$  和  $\text{CO}_2(\text{g})$  并呈平衡。

- (1) 请绘出  $\text{CaO}-\text{CO}_2$  二组分体系在  $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$  下的等压相图;
- (2) 标出各个相区的相态。

99. 下图是  $\text{H}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{SO}_4$  二组分体系相图(在  $p^\circ$  下), 指出各区的相态, 并解释曲线 ab, bc, cd, de 的意义。



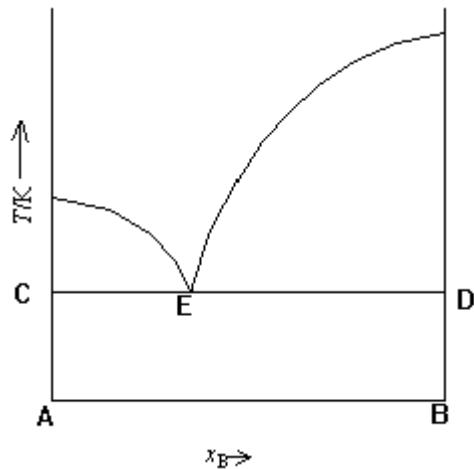
- 100 在二组分液体从高温冷却时，有时会产生包晶现象。请问包晶属于什么状态？( )  
 (A)热力学平衡态 (B)流动体系稳定态  
 (C)热力学不稳定状态 (D)流动体系不稳定态
- 101 组分 A 与 B 可形成共沸混合物 E，现欲将 A+B 的体系进行共沸蒸馏，将二组分分离，则 E 应该是：( )  
 (A)最高恒沸混合物 (B)最低恒沸混合物  
 (C)A 和 B 均可 (D)A 和 B 均不可
- 102 恒沸混合物在气、液两相平衡共存时的自由度为：( )  
 (A)0 (B)1 (C)2 (D)3
- 103 总浓度一定的无恒沸点的气液平衡体系，当在定压下升高温度时，蒸气压大的组分气液相浓度变化为：( )  
 (A)气相浓度上升，液相浓度下降  
 (B)气相浓度下降，液相浓度上升  
 (C)气、液浓度均下降  
 (D)气、液浓度均上升
- 104 水与苯胺的最高临界溶点温度为  $T_0$ 。在某工艺中需用水萃取苯胺中的某物质时，操作的最佳温度应该是：( )  
 (A) $T > T_0$  (B) $T < T_0$   
 (C) $T = T_0$  (D)视具体情况而定
- 105 组分 A 和 B 可以形成四种稳定化合物： $A_2B$ ,  $AB$ ,  $AB_2$ ,  $AB_3$ ，设所有这些化合物都有相合熔点。则此体系的低共熔点最多有几个？( )  
 (A)3 (B)4 (C)5 (D)6
- 106 当由 A 和 B 组成的二组分溶液的沸点和露点(冷凝点)相合时只有在：\_\_\_\_\_

107 若 A 和 B 可形成低共沸混合物 E，欲在精馏塔中将任意比例的 A 和 B 的混合物分离。则塔顶将馏出\_\_\_\_\_。塔底将馏出\_\_\_\_\_。

108 由水和正丁醇组成的部分互溶体系，有两个液相、一个气相，为了确定该体系的状态，除了水和正丁醇的数量之外，还需要确定\_\_\_\_\_个独立变量。

109 二元合金处于低共熔温度时，体系的自由度  $f = \text{_____}$ 。

110. A, B 两个组分在定压下形成的二元相图如下图所示。



在三相平衡时，体系的自由度  $f = \text{_____}$ 。但是，此时物系点都可以变化，而不至于导致新相产生和旧相消失，这与自由度数目并不矛盾，因为，\_\_\_\_\_

---

111 标明下面相图中 6 个区域的相，并写出所有的三相平衡反应。

