

# 华东理工大学《物理化学》(上)单元测试卷(四)

## 相平衡

### 一、选择题(每小题 1 分, 共 30 分)

- 只要知道纯物质的饱和蒸汽压与温度的定量关系, 即可得到二元混合物气液平衡相图的是\_\_\_\_\_。  
A: 实际溶液; B: 理想溶液; C: 理想稀溶液
- 对于二元理想混合物的气液平衡相图(恒温), 以下说法不正确的是\_\_\_\_\_。  
A: 液相线示意了溶液的蒸气压随液相组成的变化关系;  
B: 液相线为直线是理想混合物的一个特征;  
C: 液相线为泡点线
- 对于二元理想混合物的气液平衡相图(恒温), 以下说法不正确的是\_\_\_\_\_。  
A: 气相线示意了溶液的蒸气压随气相组成的变化关系;  
B: 气相线为曲线;  
C: 气相线为露点线
- 对于二元理想混合物的气液平衡相图(恒压), 以下说法不正确的是\_\_\_\_\_。  
A: 液相线为泡点线, 气相线为露点线;  
B: 液相线示意了沸点随液相组成的变化;  
C: 液相线为直线
- 如二元混合物气液平衡相图中出现正偏差时, 下列正确的说法是\_\_\_\_\_。  
A:  $p_i < p_i^* x_i$  ;  
B: 正偏差强烈时, 可形成最高恒沸混合物;  
C: 正偏差强烈时, 可形成最低恒沸混合物
- 如二元混合物气液平衡相图中出现负偏差时, 下列正确的说法是\_\_\_\_\_。  
A:  $p_i > p_i^* x_i$  ;  
B: 负偏差强烈时, 可形成最低恒沸混合物;  
C: 负偏差强烈时, 可形成最高恒沸混合物
- 二元混合物气液平衡相图中出现正偏差的原因, 不正确的说法是\_\_\_\_\_。  
A: 溶液中不同组分分子间相互作用较强;  
B: 第二种物质的加入使分子的缔合程度降低;  
C: 溶液中不同组分分子间的相互吸引比纯物质弱
- 二元混合物气液平衡相图中出现负偏差的原因, 不正确的说法是\_\_\_\_\_。  
A: 溶液中不同组分分子间相互作用较强;  
B: 不同组分间生成氢键而相互缔合;  
C: 溶液中不同组分分子间的相互吸引比纯物质弱
- 关于恒沸混合物, 不正确的说法是\_\_\_\_\_。  
A: 恒沸混合物是一种具有确定组成的化合物;  
B: 恒沸混合物并不是一种具有确定组成的化合物;  
C: 在恒沸点, 泡点线与露点线重合
- 二元系的气液平衡相图(恒压)中, 恒沸点的自由度为\_\_\_\_\_。  
A: 0; B: 1; C: 2
- 已知苯的沸点是 353.3 K, 乙醇为 351.6 K。两者可形成共沸物, 其组成为含乙醇 47.5%(摩尔分数), 共沸点为 341.2 K。今有含乙醇 77.5%的苯溶液, 当达到气液平衡后, 气相中含乙醇为  $y_2$ , 液相中含乙醇为  $x_2$ 。下列结论正确的是\_\_\_\_\_。  
A:  $y_2 > x_2$ ; B:  $y_2 = x_2$  ; C:  $y_2 < x_2$

12. 已知苯的沸点是 353.3 K, 乙醇为 351.6 K。两者可形成共沸物, 其组成为含乙醇 47.5%(摩尔分数), 共沸点为 341.2 K。今将含乙醇 77.5%的苯溶液进行精馏, 则能得到\_\_\_\_\_。  
A: 纯苯和恒沸混合物; B: 纯乙醇和恒沸混合物; C: 纯乙醇
13. 物质 A 和 B 形成理想混合物。在温度  $T$  时 A 和 B 的饱和蒸气压分别为  $p_A^*$  和  $p_B^*$ , 并且  $p_A^* > p_B^*$ , 气相的平衡蒸气总压为  $p$ , 下列关系式正确的是\_\_\_\_\_。  
A:  $p > p_A^* > p_B^*$ ; B:  $p_A^* > p > p_B^*$ ; C:  $p_A^* > p_B^* > p$
14. 物质 A 和 B 形成具有最高恒沸点的系统。精馏分离时, 塔顶将得到\_\_\_\_\_。  
A: 沸点较低的纯物质;  
B: 纯物质 A 或 B, 视原始混合物组成而定;  
C: 恒沸混合物
15. 物质 A 和 B 形成部分互溶的两个液相  $\alpha$  和  $\beta$ , 在温度  $T$  时, 其平衡气相总压为  $p_1$ 。今设法将  $\alpha$  相和  $\beta$  相分开, 温度仍为  $T$ , 二者的平衡气相总压分别为  $p_2$  和  $p_3$ 。则  $p_1, p_2, p_3$  之间的关系是\_\_\_\_\_。  
A:  $p_1 > p_2 = p_3$ ; B:  $p_1 = p_2 + p_3$ ; C:  $p_1 = p_2 = p_3$
16. 在一定温度下, 纯物质 A 和 B 的饱和蒸气压分别为  $p_A^*$  和  $p_B^*$ , 二者形成理想溶液。当处于气液平衡时, 气相组成  $y_B$  与液相组成  $x_B$  之间的函数关系为\_\_\_\_\_。  
A:  $y_B = \frac{p_B^* x_B}{p_A^* + (p_B^* - p_A^*) x_B}$ ; B:  $y_B = p_B^* x_B$ ; C:  $y_B = \frac{p_B^* x_B}{p_A^* + (p_B^* + p_A^*) x_B}$
17. 定压下, 物质 A 和 B 的液态混合物升温到 300K 时达到气液平衡, 此时气相组成  $y_B = 0.850$ , 液相组成  $x_B = 0.350$ 。现对原始组成  $x_B^0$  的不同混合物升温到 300K 并达到气液平衡, 要求平衡时  $y_B = 0.850$ ,  $x_B = 0.350$ , 则  $x_B^0$  的取值要求是 \_\_\_\_\_。  
A:  $x_B^0 > 0.850$ ; B:  $0.850 \geq x_B^0 \geq 0.350$ ; C:  $x_B^0 < 0.350$
18. 要使具有上部会溶点的两组分液-液平衡系统成为单相, 可采取的措施是\_\_\_\_\_。  
A: 升高温度; B: 降低温度; C: 升高压力
19. 要使具有下部会溶点的两组分液-液平衡系统成为单相, 可采取的措施是\_\_\_\_\_。  
A: 升高温度; B: 降低温度; C: 升高压力
20. 在 NaCl 饱和水溶液中, 固体 NaCl 的化学势\_\_\_\_\_溶液中 NaCl 的化学势相比。  
A: 大于; B: 等于; C: 小于
21. 在 A 和 B 两组分系统的液固平衡相图中, 如 A 和 B 形成 3 种稳定化合物, 并且固相 A 固相 B 以及固相化合物之间彼此完全不互溶, 则在 A 和 B 完整的液固平衡相图中最低共熔点有\_\_\_\_\_个。  
A: 2; B: 3; C: 4
22. 在 A 和 B 两组分系统的液固平衡相图中, 如 A 和 B 可形成 1 种稳定的化合物, A 和 B 以及固态化合物彼此完全不互溶, 则在液固平衡相图中最低共熔点有\_\_\_\_\_个。  
A: 2; B: 3; C: 4
23. Bi-Cd 液固平衡相图属于固相完全不互溶、液相完全互溶的类型。含 30%Cd 的 Bi-Cd 混合物的步冷曲线在  $T_1$  出现水平线段, 含 70%Cd 的 Bi-Cd 混合物的步冷曲线在  $T_2$  出现水平线段, 则  $T_1$ \_\_\_\_\_  $T_2$ 。  
A:  $>$ ; B:  $=$ ; C:  $<$
24. 水和异丁醇的液相部分互溶, 在 101.325kPa 下, 其气液液平衡相图中单相区有\_\_\_\_\_个。  
A: 1; B: 2; C: 3
25. 273.15K 时两杯由 A 和 B 形成的理想溶液, 甲杯中溶液组成为  $x_A = 0.1$ , 乙杯中溶液组成  $x_A = 0.2$ 。现将两个杯子放在同一密闭容器中, 经足够长的时间, 则甲杯中 A 的量和 B 的量

发生的现象是\_\_\_\_\_。

A: A 增加, B 降低; B: A 降低, B 增加; C: A 增加, B 不变

26. 压力增加时, 单组分的熔点\_\_\_\_\_。

A: 只能降低; B: 只能升高; C: 视具体物质可升高或降低

27. 水蒸气蒸馏通常适用于某有机物与水组成的\_\_\_\_\_。

A: 液相完全互溶系统; B: 液相部分互溶系统; C: 液相完全不互溶系统

28. 金(熔点  $1063^{\circ}\text{C}$ )与银(熔点  $961^{\circ}\text{C}$ )形成没有最高或最低共熔点的固相完全互溶的液固相图, 取质量分数 50% 的合金溶液冷却, 首先析出的固熔体含金量\_\_\_\_\_50%。

A: 大于; B: 等于; C: 小于

29. 水中含有碘, 在恒温下加入  $\text{CS}_2$  液体, 平衡后, 水相中碘的化学势\_\_\_\_\_  $\text{CS}_2$  中碘的化学势。

A: 大于; B: 等于; C: 小于

30. Au-Ag 两组分系统液固平衡相图中固相为混合物。将含一定量 Ag 的熔融混合物冷却, 则析出的晶体是\_\_\_\_\_。

A: 纯金属 Au; B: 纯金属 Ag; C: 固体混合物

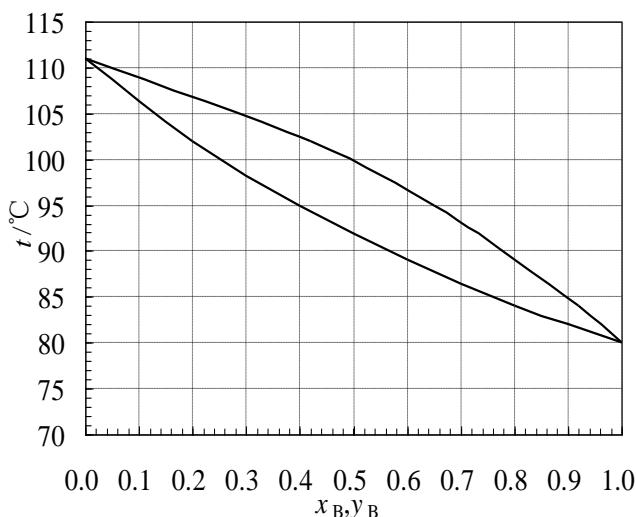
## 二、(每小题 5 分, 共 10 分)

1. 硝基苯和水组成的系统可看作完全不互溶双液系, 在  $101.325\text{ kPa}$  下, 其沸点为  $372.15\text{ K}$ , 已查得  $372.15\text{ K}$  时水的饱和蒸气压为  $97.730\text{ kPa}$ 。若将混有杂质的硝基苯进行水蒸气蒸馏以除去不溶性杂质, 试求馏出物中硝基苯所占的质量分数。

2. 若在合成某一化合物后, 进行水蒸气蒸馏, 混合物的沸腾温度为  $368.15\text{ K}$ , 当天的气压为  $99.190\text{ kPa}$ 。馏出物经分离、称量后知水的质量分数为 0.45, 试估计此化合物的摩尔质量。已知水在  $368.15\text{ K}$  时的饱和蒸气压为  $84.526\text{ kPa}$ 。

## 三、(此题总分 10 分)

下图为 A-B 二元混合物的气液平衡相图(恒压)。完成以下选择题。



1. 将组成  $x_B = 0.30$  的液态溶液进行一次简单蒸馏—加热到  $100^{\circ}\text{C}$  停止蒸馏, 则平衡气相与液相的组成分别是 \_\_\_\_\_ (大致估计, 后同)。

A:  $y_B = 0.49, x_B = 0.25$ ; B:  $y_B = 0.60, x_B = 0.20$ ; C:  $y_B = 0.49, x_B = 0.15$

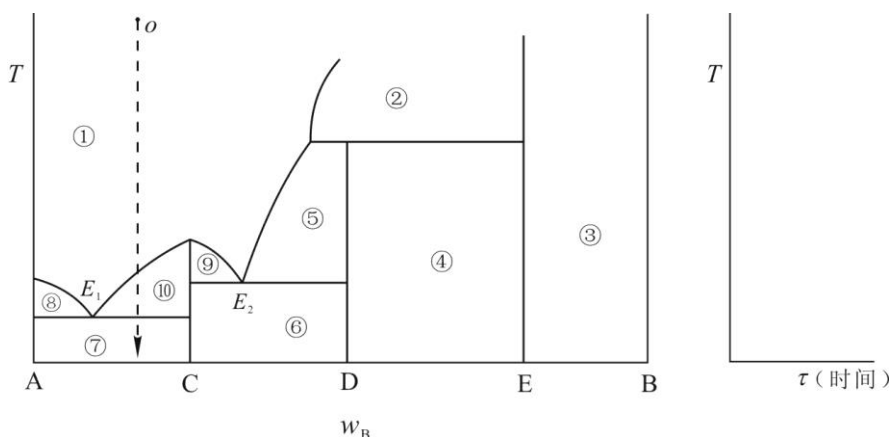
2. 将(1)所得的液相重新加热到  $105^{\circ}\text{C}$  时平衡的液相组成  $x_B$ , 以及将(1)所得的气相冷凝到  $95^{\circ}\text{C}$  时平衡的气相组成  $y_B$  分别是\_\_\_\_\_。

A:  $x_B = 0.25, y_B = 0.65$ ; B:  $x_B = 0.14, y_B = 0.65$ ; C:  $x_B = 0.10, y_B = 0.49$

- 将  $x_B = 0.40$  的液态溶液加热到  $95^\circ\text{C}$  恰好出现气泡时, 气泡组成  $y_B =$ \_\_\_\_\_。  
A: 0.65; B: 0.55; C: 0.75
- 将组成  $y_B = 0.60$  气体混合物冷却到  $97^\circ\text{C}$  恰好出现液滴时, 液滴组成  $x_B =$ \_\_\_\_\_。  
A: 0.55; B: 0.45; C: 0.35
- 1mol 组成为  $x_B = 0.50$  的液态混合物加热到  $95^\circ\text{C}$  达到平衡时,  $n^V/n^L =$ \_\_\_\_\_。  
A: 1/1; B: 1/2; C: 2/3
- 组成为  $x_B = 0.90$  的混合物的泡点和露点温度分别是\_\_\_\_\_。  
A:  $t_{\text{泡}} = 82^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{露}} = 85^\circ\text{C}$ ; B:  $t_{\text{泡}} = 85^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{露}} = 82^\circ\text{C}$ ; C:  $t_{\text{泡}} = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{露}} = 110^\circ\text{C}$
- 物质 A 和 B 的沸点分别是\_\_\_\_\_。  
A:  $t_A = 111^\circ\text{C}$ ,  $t_B = 80^\circ\text{C}$ ; B:  $t_A = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_B = 111^\circ\text{C}$ ; C: 无法确定
- 采用精馏的方法分离 A 和 B 的混合物时, 塔顶可得到\_\_\_\_\_。  
A: 纯 A; B: 纯 B; C: 无法确定
- 当系统压力增加时, 发生的现象是\_\_\_\_\_。  
A: 气相线和液相线均上移;  
B: 气相线和液相线均下移;  
C: 气相线上移、液相线均下移
- 在气相线与液相线围成的中间区域, 系统的自由度等于\_\_\_\_\_。  
A: 0; B: 1; C: 2

#### 四、(此题总分 10 分)

二元混合物的液固平衡相图如下图所示, 试根据相图回答下列问题:

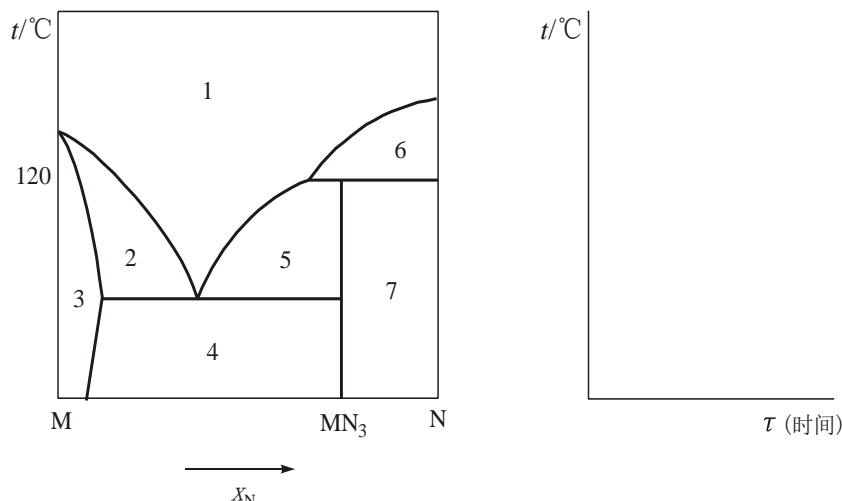


- 试写出相图上各相区的相态。  
①\_\_\_\_\_; ②\_\_\_\_\_; ③\_\_\_\_\_; ④\_\_\_\_\_; ⑤\_\_\_\_\_;  
⑥\_\_\_\_\_; ⑦\_\_\_\_\_; ⑧\_\_\_\_\_; ⑨\_\_\_\_\_; ⑩\_\_\_\_\_
- 化合物 C 和 D, 何者是稳定化合物?
- 分别计算相区①、⑦、⑧的自由度;
- 相图中, 过  $E_1$  的水平线上, 平衡的相态分别是什么?
- 如果化合物 C 的组成  $w_B = 0.28$ , 最低共熔点  $E_1$  处组成为  $w'_B = 0.10$ , 现将 1kg 组成为  $w_o = 0.18$  的混合物 O 冷却, 使其析出化合物 C, 问最多可析出多少纯化合物 C?
- 在相图右面的温度-时间坐标内, 绘出系统由 O 点开始的冷却曲线。

#### 五、(此题总分 10 分)

下图是物质 M 和 N 的液固平衡相图。不稳定化合物  $MN_3$  ( $x_N = 0.75$ ) 于  $120^\circ\text{C}$  分解为纯

固体 N 和摩尔分数  $x_N = 0.60$  的液态溶液。



1. 试写出各相区的相态：

1 \_\_\_\_\_ ; 2 \_\_\_\_\_ ; 3 \_\_\_\_\_ ; 4 \_\_\_\_\_ ;  
5 \_\_\_\_\_ ; 6 \_\_\_\_\_ ; 7 \_\_\_\_\_ 。

2. 若希望通过结晶分离得到纯  $MN_3$ ，应在哪个相区分离？

3. 将  $1 \text{ mol } x_N = 0.65$  的溶液冷却，首先将析出什么物质？最多可析出多少该物质？

4. 在相图右侧的坐标中画出该溶液 ( $x_N = 0.65$ ) 的冷却曲线。

#### 六、(此题总分 10 分)

物质 A 和 B 的熔点分别为  $80^\circ\text{C}$  和  $160^\circ\text{C}$ ，二者能形成组成为  $x_B = 0.40$  的稳定化合物 C，C 的熔点为  $120^\circ\text{C}$ 。该系统液固平衡相图上两个最低共熔点的组成和温度分别为： $x_B = 0.20$ ， $t = 40^\circ\text{C}$  和  $x_B = 0.80$ ， $t = 80^\circ\text{C}$ 。A、B 和 C 均固相完全不互溶。

1. 绘出该系统液固平衡相图的大致形状，并标出各相区的相态。

2. 将  $1 \text{ mol}$  组成为  $x_B = 0.85$  的液态混合物冷却，问首先析出的物质是什么？最多可得到多少该物质？

3. 将  $1 \text{ mol}$  组成为  $x_B = 0.10$  的液态混合物冷却，使系统只含固相，则固相中有哪几种物质？其物质的量之比是多少？

4. 将  $1 \text{ mol}$  组成为  $x_B = 0.55$  的液态混合物冷却，当温度刚要达到  $80^\circ\text{C}$  时，系统中有几相？它们分别是什么相？其物质的量之比是多少？

#### 七、(此题总分 10 分)

A 和 B 可形成部分互溶的两个液相 1 和 2。实验测得在不同温度下平衡的液相 1 和液相 2 中物质 B 的质量分数如下表：

$t/^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40
$w_1(\text{B})$	0.30	0.37	0.45	0.53	0.64
$w_2(\text{B})$	0.94	0.90	0.87	0.84	0.80

1. 根据表中数据绘制出液液平衡相图；

2. 根据相图确定最高会溶温度；

3. 在  $10^\circ\text{C}$  时，往  $100 \text{ g}$  A 中慢慢的加入 B，问加入多少克 B 时，体系开始变浑浊？

4. 在  $10^\circ\text{C}$  时，往  $100 \text{ g}$  A 中加入 B 的质量为  $100 \text{ g}$  时，两共轭溶液的组成和质量各为多少？

5. 在  $10^\circ\text{C}$  时，至少应在  $100 \text{ g}$  A 中加入多少克 B 时，才能使浑浊的体系重新变清？

6. 将 100 g A 和 150 g B 的混合液加热至 30 °C 时, 计算此时两共轭溶液的组成和质量之比各为多少?
7. 若将 (6) 中的混合液在恒定压力下继续加热, 问加热到何温度时体系由浑浊变清?

#### 八、(此题总分 10 分)

Mg(熔点 924K)和 Zn(熔点 692K)的相图具有两个最低共熔点, 一个为 641 K (Mg 的质量分数为 0.032), 另一个为 620 K (Mg 的质量分数为 0.49), 在体系的熔点曲线上有一个最高点 863 K (Mg 的质量分数为 0.157)。

1. 绘出 Mg 和 Zn 的  $T-x$  图, 并标明各区中的相;
2. 分别指出含 Mg 的质量分数为 0.80 和 0.30 的两个混合物从 973 K 冷却到 573 K 的步冷过程中的相变。并根据相律予以说明;
3. 绘出含 Mg 的质量分数为 0.49 的熔化物的步冷曲线。