

## 苏州大学 物理化学(一)上 课程试卷测验二

序号
37

考试形式 闭卷 2020年12月7日共6页

院系材料与化学化工学部 年级 2018级 专业 应用化学

学号 1809401091 姓名 何昊峰 成绩

## 一、简答题 (5题共30分, 每题6分)

1. 已知 A, B 两组分可构成理想液体混合物, 且该混合物在  $p^\circ$  下沸点为 373.15 K。若 A, B 两组分在 373.15 K 时的饱和蒸气压为 106 658 Pa 和 79 993 Pa, 计算理想液体混合物 A 的组成和沸点时气相 A 的组成为多少?

解:  $p_A^* x_A + p_B^* x_B = p^\circ$  且  $x_A + x_B = 1$  得  $x_A = 0.8, x_B = 0.2$

$p_A = p_A^* x_A = 106658 \times 0.8 = 8.53 \times 10^4 \text{ Pa}$   $p_B = p_B^* x_B = 79993 \times 0.2 = 1.6 \times 10^4 \text{ Pa}$   $y_A = \frac{p_A}{p_A + p_B} = 0.842$

2. 对于渗透平衡体系, 相律的形式可写成何种形式?

组分数  $C = S - R - R' = \text{溶质数} + 1 (\text{溶剂}) = n + 1$  两边液面压力不变, 温度不变  $p = 3 f = n + 2$   $y_B = 1 - y_A = 0.158$

自由度  $f = C - p + 1 = n + 1 - 2 + 1 = n$  两边液面压力不变, 温度不变  $p = 3 f = n + 1$

3. 在 400 K 时, 将固体  $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s})$  放入真空容器中,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  按下式分解并达到平衡:  $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s}) = \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ , 分析该体系的组分数  $C$  和自由度  $f$  各位为多少?

$C = 4 - 1 - 2 = 1$   $f = C - p + 1 = 1 + 1 - 2 = 0$

$C = S - R - R' = 4 - 3 = 1$

4. 氯仿 (1) 和丙酮 (2) 形成非理想液体混合物, 在  $T$  时, 测得总蒸气压为 29398 Pa, 蒸气中丙酮的物质的量分数  $y_2 = 0.818$ , 而该温度下纯氯仿的饱和蒸气压为 29571 Pa, 计算溶液中氯仿的活度。

$y_1 = 1 - y_2 = 0.182$   $p_1 = p y_1 = 29398 \times 0.182 = 5.35 \times 10^3 \text{ Pa}$   
 $a = \frac{p_1}{p_1^*} = \frac{5.35 \times 10^3}{29571} = 0.181$  故活度为 0.181

5. 理想稀溶液中溶剂(A)和溶质(B)化学势的表达式分别为  $\mu_A = \mu_A^*(T, p) + RT \ln x_A$  和  $\mu_B = \mu_B^*(T, p) + RT \ln x_B$ , 请分别说出  $\mu_A^*(T, p)$  和  $\mu_B^*(T, p)$  的物理意义。

$\mu_A^*(T, p)$ : 一定温度, 一定压力, 符合拉乌尔定律的纯溶剂 A 的化学势

$\mu_B^*(T, p)$ : 一定温度, 一定压力, 当  $x_B = 1$  时符合亨利定律的假想态化学势。

## 二、计算题 (2 题共 50 分, 每题 25 分)

6、298 K 时, 有一浓度为  $x_B$  的稀水溶液, 测得渗透压为  $1.38 \times 10^6 \text{ Pa}$ , 试求:

(1) 该溶液中物质 B 的浓度  $x_B$  为多少?

(2) 该溶液的沸点升高值为多少?

已知水的摩尔蒸发焓  $\Delta_{\text{vap}}H_m^\ominus = 40.63 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 纯水的正常沸点为 373 K。

解: (1)  $\pi = x_B R T$   $x_B = \frac{\pi}{R T} = \frac{1.38 \times 10^6 \text{ Pa}}{8.314 \times 298} \text{ mol/m}^3 = 557 \text{ mol/m}^3$  故  $x_B$  为  $557 \text{ mol/m}^3$

(2) 摩尔分数  $x'_B = \frac{x_B \cdot M_B}{\rho_B} = \frac{557 \text{ mol/m}^3 \times 18 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}{10^3 \text{ kg/m}^3} = 0.01$   $x'_A = 1 - x'_B = 0.99$

$\ln x'_A = \frac{\Delta_{\text{vap}}H_m^\ominus}{R} \left( \frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_b^*} \right)$  则  $\ln 0.99 = \frac{40.63 \times 10^3}{8.314} \left( \frac{1}{T_b} - \frac{1}{373} \right)$   $\frac{1}{T_b} = \frac{1}{373} + \frac{8.314 \ln 0.99}{40.63 \times 10^3}$   $T_b = 373.13 \text{ K}$

7、固体  $\text{CO}_2$  的蒸气压与温度间的经验式为:

$\ln(p/\text{Pa}) = -3116 \text{ K}/T + 27.537$

已知汽化热  $\Delta_{\text{vap}}H_m = 17580 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 三相点的温度为 217 K。试求出液体  $\text{CO}_2$  的

蒸气压与温度的经验关系式。

解:  $\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\Delta_{\text{vap}}H_m}{R T^2}$   $d \ln p = \frac{\Delta_{\text{vap}}H_m}{R T^2} dT$   $\int d \ln p = \int \frac{\Delta_{\text{vap}}H_m}{R T^2} dT$   $\ln p = \int \frac{17580}{8.314 T^2} dT$

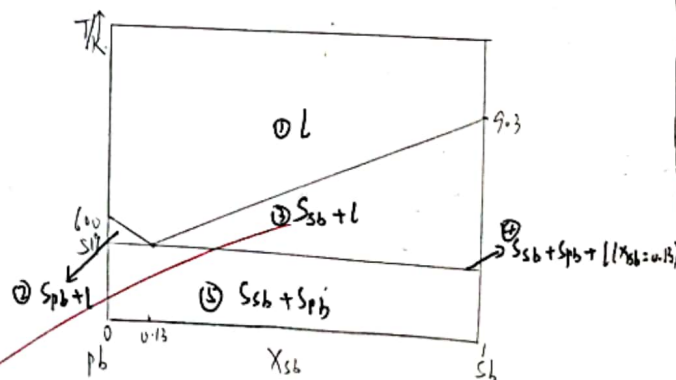
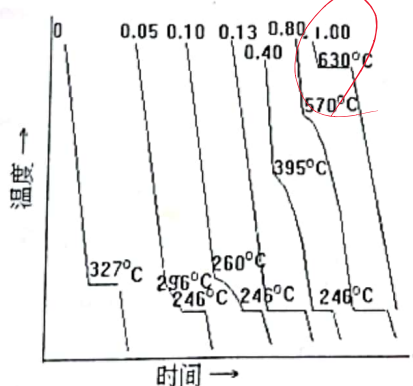
$\ln p = \int \frac{2115}{T^2} dT$   $\ln p = -\frac{2115}{T} + C$  三相点对应  $\ln p = \frac{-3116 \text{ K}}{217 \text{ K}} + 27.537 = 13.178 \text{ Pa}$

将  $\ln p = 13.178 \text{ Pa}$ ,  $T = 217 \text{ K}$  代入  $\ln p = -\frac{2115}{T} + C$  得  $C = 22.925$

故经验式:  $\ln(p/\text{Pa}) = -2115 \text{ K}/T + 22.925$

## 三、问答题

8、根据下面 Pb-Sb 体系 (Sb 的质量分数) 的步冷曲线, 绘制 Pb-Sb 相图, 并指明各相区的相态、相数及自由度。



序号	相数	自由度
①	1	$2-1+1=2$
②	2	$2-2+1=1$
③	2	$2-2+1=1$
④	3	$2-3+1=0$
⑤	2	$2-2+1=1$