

# 宁波大学 2011 年攻读硕士学位研究生

## 入学考试试题(答案必须写在答题纸上)

考试科目: 物理化学 (A 卷) 考码: 813 专业名称: 物理化学、无机化学

### 一、选择题: (每小题 2 分, 共 30 分)

- 理想气体在恒温条件下, 经恒外压压缩到稳定, 此变化中系统的熵变  $\Delta S_{\text{系}}$  及环境熵变  $\Delta S_{\text{环}}$  为 ( )  
A.  $\Delta S_{\text{系}} > 0, \Delta S_{\text{环}} < 0$                       B.  $\Delta S_{\text{系}} < 0, \Delta S_{\text{环}} > 0$   
C.  $\Delta S_{\text{系}} > 0, \Delta S_{\text{环}} = 0$                       D.  $\Delta S_{\text{系}} < 0, \Delta S_{\text{环}} = 0$
- 水蒸气在  $100^\circ\text{C}$ ,  $100\text{kPa}$  下液化, 该过程应有 ( )  
A.  $\Delta H = 0$               B.  $\Delta S = 0$               C.  $\Delta A = 0$               D.  $\Delta G = 0$
- 理想气体经节流膨胀, 下面判断正确的是 ( )  
A.  $\Delta S > 0, \Delta G = 0$                       B.  $\Delta S > 0, \Delta G < 0$   
C.  $\Delta S < 0, \Delta G < 0$                       D.  $\Delta S < 0, \Delta G > 0$
- 某实际气体的状态方程  $pV_m = RT + ap$ , 式中  $a$  为大于零的常数, 当该气体经绝热向真空膨胀后, 气体的温度: ( )  
A. 上升              B. 下降              C. 不变              D. 无法确定
- 高温时, 将物质的量之比为 1:1 的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及  $\text{CO}(\text{g})$  充入一抽空密闭容器内, 发生反应并达到平衡, 则系统的组分数和自由度分别为 ( )  
A.  $C=1, F=1$               B.  $C=2, F=1$               C.  $C=1, F=2$               D.  $C=2, F=2$
- 下列各式哪个表示偏摩尔量 ( )  
A.  $(\frac{\partial U}{\partial n_B})_{T,P,n_C \neq n_B}$               B.  $(\frac{\partial H}{\partial n_B})_{T,V,n_C \neq n_B}$               C.  $(\frac{\partial G}{\partial n_B})_{T,V,n_C \neq n_B}$               D.  $(\frac{\partial \mu}{\partial n_B})_{T,P,n_C \neq n_B}$
- 从多孔硅胶的强烈吸水性能说明在多孔硅胶吸水过程中, 自由水分子与吸附在硅胶表面的水分子比较, 化学势高低如何? ( )  
A. 前者高              B. 前者低              C. 相等              D. 不可比较
- 苯和甲苯构成的理想液态混合物, 在一定温度和压力下达到气液平衡, 再向其中加入一些苯后重新在此温度和压力下达到平衡, 则 ( )  
A. 气相中苯的组成增大                      B. 液相中苯的组成增大  
C. 两相中苯的组成均增大                      D. 以上三者都不对



# 宁波大学 2011 年攻读硕士学位研究生

## 入学考试试题(答案必须写在答题纸上)

考试科目: 物理化学 (A 卷) 考码: 813 专业名称: 物理化学、无机化学

3. 室温、大气压力下, 气体 A(g)和 B(g)在某一溶剂中单独溶解时的亨利系数分别为  $k_A$  和  $k_B$ , 且  $k_A > k_B$ 。若 A(g)和 B(g)同时溶解在该溶剂中达平衡, 当气相中 A(g)和 B(g)的平衡分压相同时, 则在溶液中哪种气体的浓度大?\_\_\_\_\_
4. 已知反应  $C(s) + O_2(g) = CO_2(g)$  的平衡常数为  $K_1$ ;  $CO(g) + 1/2 O_2(g) = CO_2(g)$  的平衡常数为  $K_2$ ;  $2C(s) + O_2(g) = CO(g)$  的平衡常数为  $K_3$ ; 则  $K_3$  与  $K_1$ 、 $K_2$  的关系为\_\_\_\_\_。
5. 将质量摩尔浓度为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  的  $K_2SO_4$  溶液和  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  的  $H_2SO_4$  溶液进行等体积混合, 混合后其离子强度为\_\_\_\_\_。
6. 已知  $M_{(PbSO_4)} = 303 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。将一 Pb 酸蓄电池在 10A 电流下充电 1.5 h, 则  $PbSO_4$  分解的质量为\_\_\_\_\_。
7. 将反应  $Ag_2O(s) = 2 Ag(s) + 1/2 O_2(g)$  设计成电池的表达式为\_\_\_\_\_。
8. 一定条件下, 某气相反应  $2A \rightarrow A_2$  的速率常数为  $k = 2.5 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , 反应物 A 的初始浓度  $C_0 = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , 则该反应的半衰期  $t_{1/2} =$ \_\_\_\_\_。
9. 实验测得反应:  $2A + B \rightarrow 2C + D$  的速率方程为:  $r = k[A][B]$ ,  
反应历程为:  $A + B \xrightarrow{k_1} C + F$  (慢)  
 $A + F \xrightarrow{k_2} C + D$  (快)  
则  $k_1$  与  $k$  的关系为 \_\_\_\_\_。
10. 用化学凝聚法制成  $Fe(OH)_3$  胶体的反应如下:  $FeCl_3 + 3H_2O = Fe(OH)_3(\text{溶胶}) + 3HCl$ 。  
溶液中一部分  $Fe(OH)_3$  有如下反应:  $Fe(OH)_3 + HCl = FeOCl + 2H_2O$  和  $FeOCl = FeO^+ + Cl^-$   
则  $Fe(OH)_3$  溶胶的胶团结构为\_\_\_\_\_。

三、证明题: (共 1 题, 共 10 分)

1. 对理想气体, 试证明: 
$$\frac{\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_S}{\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V} = -nR$$

# 宁波大学 2011 年攻读硕士学位研究生

## 入学考试试题(答案必须写在答题纸上)

考试科目: 物理化学 (A 卷) 考码: 813 专业名称: 物理化学、无机化学

### 四、作图题: (共 1 题, 共 10 分)

1. 假设组分 A 和 B 能够形成一个化合物  $A_2B$ , A 的熔点比 B 的低, 且  $A_2B$  没有相合熔点。试画出该体系在等压下的温度-组成示意图, 并标出各相区的相态。

### 五、计算题: (共 5 题, 共 70 分)

#### 1. (10 分)

计算 1mol 理想气体在 110°C 时压力由  $2P^\ominus$  绝热自由膨胀到  $P^\ominus$ , 求此过程中  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta A$  和  $\Delta G$ 。

#### 2. (15 分)

在工业上, 将空气和甲醇的混合气在 823 K, 100 KPa 通过 Ag 催化剂聚合成甲醛, 发现 Ag 逐渐失去其金属光泽并有部分粉碎。试应用下列数据考查是否有  $Ag_2O(s)$  生成。已知:

$$\Delta_f G_m^\ominus(Ag_2O, 298 K) = -11.20 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_m^\ominus(Ag_2O, 298 K) = -31.05 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$C_{p,m}^\ominus(Ag) = 25.35 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$C_{p,m}^\ominus(Ag_2O) = 65.86 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$C_{p,m}^\ominus(O_2) = 29.36 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

#### 3. (12 分)

某基元反应  $A_2(g) \rightarrow B(g) + C(g)$  在 300K 和 310K 下发生反应时, 反应物的半衰期分别为 50min 和 10min, 试求:

- 1) 在 300K 下, 反应 100min 后, 反应物的转化率;
- 2) 在 310K 下, 该反应的速率常数;
- 3) 在 300K~310K 温区, 该反应的活化能。

# 宁波大学 2011 年攻读硕士学位研究生

## 入学考试试题 (答案必须写在答题纸上)

考试科目: 物理化学 (A 卷) 考码: 813 专业名称: 物理化学、无机化学

4. (18 分) 电池 A:  $\text{Sn(s)} | \text{Sn}^{2+} (0.01 \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}) || \text{Sn}^{4+} (0.01 \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}) | \text{Sn(s)}$ ;

电池 B:  $\text{Sn(s)} | \text{Sn}^{2+} (0.01 \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}) || \text{Sn}^{4+} (0.01 \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}), \text{Sn}^{2+} (0.01 \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}) | \text{Pt}$ ;

已知  $\phi_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^{\ominus} = -0.1377 \text{V}$ ;  $\phi_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^{\ominus} = 0.151 \text{V}$ , 设活度系数为 1。

- 1) 写出 A、B 两电池的电极反应和电池反应;
- 2) 计算 298 K 时 A、B 两电池的电动势和电池反应的  $\Delta_r G_m$ ;
- 3) 由计算结果说明 A、B 两电池的区别。

5. (15 分)  $\text{CHCl}_3(\text{l})$  的正常沸点为 334.7K, 298.15K 时表面张力  $\gamma = 0.02667 \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ , 密度  $\rho = 1480 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

- 1) 估算  $\text{CHCl}_3(\text{l})$  的摩尔蒸发焓  $\Delta_{\text{vap}} H_m$ ;
- 2) 求 298.15K 时  $\text{CHCl}_3$  的蒸气压;
- 3) 将  $\text{CHCl}_3$  分散成半径为  $1 \times 10^{-8} \text{m}$  的小液滴, 求液滴上的平衡蒸气压。