

华中科技大学

二〇〇五年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 物理化学

适用专业: 化学专业、生物化学分子生物学、生物技术、生物化学、材料物理与化学

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

一、填空题 (20 分)

- (1) S 、 G 、 W 、 Q 中, _____ 是过程函数, _____ 是状态函数。 U 、 H 和 $C_{p,m}$ 中, _____ 是体系的容量性质, _____ 是体系的强度性质。
- (2) 偏摩尔量 $S_B =$ _____, $V_B =$ _____, $G_B =$ _____, 化学位 $\mu_B =$ _____。
- (3) 400K 下, 固体 NH_4HCO_3 在一真空容器中分解达平衡: $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 。则此平衡系统的 $S =$ _____, $C =$ _____, $\Phi =$ _____, $f =$ _____。
- (4) A 和 B 为两种易挥发液体, 且 $P_A^* < P_B^*$, 一定温度下将 A 和 B 混合形成理想溶液, 且达到气液平衡时, 则 y_A _____ x_A , y_B _____ x_B 。(填入 $>$ 、 $<$ 或 $=$)。
- (5) 298K 下, 气体反应 $2A(\text{g}) + B(\text{g}) \rightleftharpoons A_2B(\text{g})$ 的 $\Delta H < 0$ 。(1) 反应平衡后升高温度, 则平衡 _____ 移动; (2) 若反应平衡后再加入惰性气体, 则平衡 _____ 移动。
- (6) 设 MA 为一价金属电解质, r_{M^+} 和 r_{A^-} 分别表示一定温度和一定浓度下水溶液中 M^+ 和 A^- 的迁移速度, 且 r_{M^+} 与 r_{A^-} 的比值为 3:1, 则离子淌度 $U_{M^+} : U_{A^-} =$ _____, 迁移数 $t_{M^+} : t_{A^-} =$ _____。
- (7) 电解含不同金属离子的水溶液时, 如果金属电极的电极电势 ϕ _____, 则相应金属电极的阳离子愈 _____ 得到电子, 发生 _____ 反应, 析出金属。
- (8) 某液体滴在固体表面上达平衡时, 发现 $\sigma_{s-g} - \sigma_{s-l} = \sigma_{l-g}$, 此时接触角 $\theta =$ _____, 液体对固体表面 _____ 润湿。

试卷编号: 404

共 4 页
第 1 页

(9) 用 FeCl_3 、 FeCl_2 和 NaCl 使带负电的 As_2S_3 溶胶聚沉, 聚沉值最大的电解质是_____, 聚沉能力最强的电解质是_____。

(10) 将 20ml 浓度为 $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液和 10ml 浓度为 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KI 溶液混合, 制备 AgI 溶胶, 其胶团结构为_____, 胶粒带_____电荷。

二、判断题 (将每题正确答案的编号填入该题的“()”中) (10 分)

1. 实际气体经节流膨胀后, 有

()

A. $\mu_{J-H} > 0, \Delta T > 0$

B. $\mu_{J-H} > 0, \Delta T < 0$

C. $\mu_{J-H} < 0, \Delta T = 0$

D. $\mu_{J-H} < 0, \Delta T < 0$

2. 将 $10\text{mol H}_2(\text{g})$ 和 $5\text{mol O}_2(\text{g})$ 充入绝热刚性密闭真空容器完全反应, 系统经历此过程有()

A. $\Delta T = 0$

B. $\Delta P = 0$

C. $\Delta U = 0$

D. $\Delta S = 0$

3. 对于三组分相平衡系统, 当 $f^* = 0$ 时, 则有:

()

A. $\Phi = 0$

B. $\Phi = 2$

C. $\Phi = 3$

D. $\Phi = 1$

4. 一定 T 、 P 下, 可逆反应 $\text{D} + \text{E} \rightleftharpoons \text{G} + \text{H}$, 如果 $\mu_{\text{G}} + \mu_{\text{H}} < \mu_{\text{D}} + \mu_{\text{E}}$, 则

()

A. 逆向反应自发

B. 正向反应自发

C. 1mol D 和 1mol E 完全反应为 1mol G 和 1mol H

D. 无法判断反应的自发性。

5. 298K 下, 1mol 单原子理想气体从 V_1 可逆膨胀到 V_2 , 则理想气体的 ΔU 如下: ()

A. $\Delta U = \frac{3}{2}R$

B. $\Delta U = \frac{5}{2}R$

C. $\Delta U = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$

D. $\Delta U = 0$

6. I_1 和 I_2 分别表示 $0.01\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 ZnCl_2 和 $0.01\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液的离子强度, 则 ()

A. $I_1 > I_2$

B. $I_1 < I_2$

C. $I_1 = I_2$

D. 无法比较 I_1 和 I_2 的大小。

7. 一定温度下将浓度为 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 水溶液用水稀释为 $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则稀释后水溶液的 Λ_m^∞

()

A. 不变

B. 变小

C. 变大

D. 先变大, 后变小

8. 某复杂反应由三个基元反应组成, 该反应的级数 n 如下:

()

A. $n=3$

B. $n=2$

C. $n=1$

D. n 不能确定

9. 一定温度下将 CuSO_4 加入水中, 则水的表面张力 σ 和表面吸附量 Γ 变化如下: ()

- A. σ 减小 B. σ 不变 C. $\Gamma > 0$ D. $\Gamma < 0$

10. 定温定压下, 将 CaCl_2 溶于 AgI 溶胶中, 会发生下列变化: ()

- A. 使扩散层变厚 B. 溶胶更稳定 C. 动电位 ζ 增大 D. 可能发生聚沉

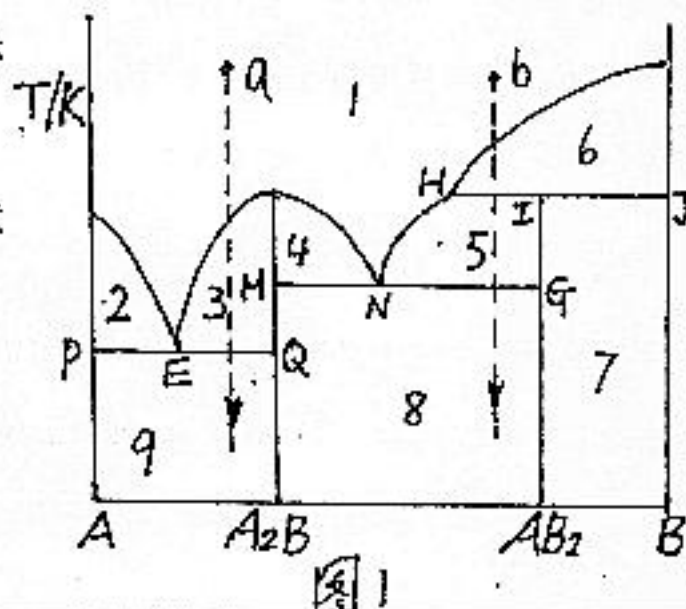
三、简答题 (40 分)

1. 能否用相律来描述水的临界点的性质, 为什么?
2. 举例说明什么叫溶胶的电动电位 ζ , 外加电解质对 ζ 有何影响? 什么叫溶胶的等电点?
3. ΔG 用作系统变化方向和限度的判据, 其条件是封闭系统的恒温恒压, 且无非积功的过程, 因此, 只要满足上述条件的任何过程都可以用 ΔG 作为其自动变化方向和限度的判据, 这种说法对否? 为什么?
4. 举例说明什么叫超临界流体和超临界流体萃取技术, 超临界流体萃取有何实际应用, 这一应用涉及物理化学的最主要的原理是什么?
5. 举例说明阴离子表面活性剂的分子结构特征, 解释表面活性剂的 HLB 值, 说明其实际用途。

四、将 2mol He (视为理想气体), 从 273K , 202.6kPa 的始态沿 $PV^{-1} = P_1V_1^{-1}$ 的途径加热到 405.2kPa 的终态。计算系统经历这一过程的 Q , W , ΔU 及 ΔH 。(12 分)

五、依 A-B 二元相图 (图 1), 解答下列问题: (20 分)

- (1) 按图中编号, 列表指出各相区的平衡相态, 相数 Φ 及自由度 f 。
- (2) 写出图中三条与横坐标平行的三条线上的体系的平衡相态, 相数 Φ 及自由度 f 。
- (3) 画出物系点 a 和 b 冷却时的步冷曲线 (示意图)。
- (4) 从相图分析, A_2B 和 AB_2 有什么区别?



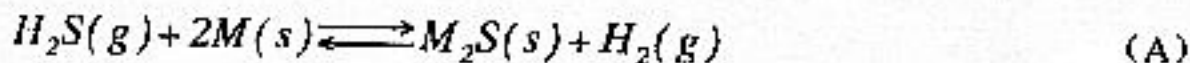
六、在希托夫管中用金属铂电极电解 HCl 水溶液。

经测定阴极区一定量的溶液中通电前含 Cl^- 的质

量为 0.177 克，通电后为 0.163 克。在串联的银库

仑计中有 0.2508 克银析出。计算 H^+ 和 Cl^- 离子的迁移数。(10 分)

七、某一价金属 M 受到 H_2S 气体的腐蚀可能发生如下反应：



在 298K、101325Pa 下，将 M 放在等体积 H_2 和 H_2S 组成的混合气体中。请解答下列问题：

(1) 通过计算说明反应 (A) 能自动正向进行吗？(2) 在混合气体中， H_2S 的含量(百分数)低于多少，才不会发生腐蚀？已知 298K 时， M_2S 和 H_2S 的 $\Delta_f G_m^\ominus$ 分别为： $-40.25\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $-32.93\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(15 分)

八、反应 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的速率常数与温度的关系可用下式表示：

$$\lg k = -\frac{4000}{T} + 7.0$$

其中 k 的单位为 min^{-1} 。(1) 计算反应的活化能和指前因子 A 。(2) 如果反应进行 30 秒时有 50% 的 A 转化为 B，问反应温度应控制在多少度？(3) 如果反应为正逆反应都是一级反应的可逆反应 $\text{A} \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} \text{B}$, $k_1 = 10^{-2} \text{min}^{-1}$ ，平衡常数 $K^\ominus = 4$ ，反应开始时只有 A，初始浓度 $C_A^0 = 0.01 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，求反应半小时后 B 的浓度。(15 分)

九、将 1.2mol 乙醇和 0.8mol 水混合形成溶液，已知乙醇的偏摩尔体积为 57.5ml，溶液的密度为 0.8494，计算溶液中水的偏摩尔体积 $V_B(\text{H}_2\text{O})$ 。(8 分)