

河北工业大学 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A]

科目名称 物理化学 (I) 科目代码 421 共 3 页

适用专业 应用化学

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、选择填空题（共 20 分，每题 2 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

- 系统变化时满足 $\Delta S=0$ 的过程是_____。
 (A) 绝热过程 (B) 节流膨胀过程 (C) 绝热可逆过程 (D) 等温过程
- 某实际气体的压缩因子 $Z < 1$ ，说明该气体比同条件下的理想气体_____。
 (A) 容易压缩 (B) 难于压缩 (C) 压缩性相同 (D) 无法确定
- 理想气体从状态 I 经自由膨胀到达状态 II，可用哪个热力学函数的变化来判断该过程的自发性？（ ）
 (A) H (B) G (C) S (D) U
- 在 25°C 下，浓度为 $0.02 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的 CuCl_2 与浓度为 $0.02 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的 CuSO_4 的混合电解质溶液中离子强度 $I =$ （ ）。
- 一封闭钟罩中放一杯纯水A 和一杯糖水B，静置足够长时间后发现（ ）
 (A) A 杯水减少，B 杯水满后不再变化；(B) A 杯变成空杯，B 杯水满后溢出；
 (C) B 杯水减少，A 杯水满后不再变化；(D) B 杯水减少至空杯，A 杯水满后溢出。
- 在一定温度下，反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{C}(\text{s}) + (1/2)\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$ 的平衡常数分别为 K_1 、 K_2 ，则反应 $\text{CO}(\text{g}) + (1/2)\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$ 的平衡常数为_____。
 (A) $K_1 - K_2$ (B) $K_1 \cdot K_2$ (C) $K_1 + K_2$ (D) K_1 / K_2
- 在恒温恒压下，由 d-樟脑和 l-樟脑混合形成溶液时， ΔH_{mix} 应_____。
 (A) 大于 0 (B) 等于 0 (C) 小于 0 (D) 不一定
- 将 10 mol N_2 和 1 mol O_2 放在一密闭容器中，发生如下的气相反应： $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{ NO}$ ，则此反应系统的独立分数和自由度分别是（ ）

(A) $C=1, F=2$; (B) $C=2, F=3$; (C) $C=3, F=4$; (D) $C=1, F=1$

9. 设阳极和阴极的超电势均为 0.7 V , 还原电极电势均为 1.20 V , 则阳极电势等于_____, 阴极电势等于_____。

10. 用金属铂(Pt)作电极, 电解 H_2SO_4 水溶液或 NaOH 水溶液, 都可以得到 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 。这二者的理论分解电压的关系是_____ (填: 相等, 前者大于后者, 或后者大于前者)。

二、简答题 (共 20 分, 每题 4 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 利用克劳修斯-克拉贝龙方程可以计算纯液体的摩尔汽化焓, 请写出此公式的定积分表达式, 并说明其在应用上的限制条件。

2. 电池充电时, 充电电压比平衡电动势高、低还是相等? 为什么?

3. 已知在 273.15 K 时, 用活性炭吸附气体 B, 其饱和吸附量为 $93.8\text{ dm}^3\cdot\text{kg}^{-1}$ 。若 B 的平衡分压为 13.375 kPa , 其平衡吸附量为 $82.5\text{ dm}^3\cdot\text{kg}^{-1}$, 求: (a) Langmuir 吸附等温式中的 b (吸附系数) 值;

(b) 在 273.15 K 下, 若 B 的平衡吸附量要达到 $73.58\text{ dm}^3\cdot\text{kg}^{-1}$ 时, 则 B 气体的分压力要多大?

4. 在 25 cm^3 的 $0.02\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中, 滴加 $0.02\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的 Na_2SO_4 溶液 30 cm^3 , 制备出 BaSO_4 溶胶, 试写出所制的溶胶的胶团结构式 (即胶核、胶粒、胶团)? 将此溶胶进行电泳实验时, 胶粒朝何极运动? 如想将上述溶胶聚沉, NaCl 、 CuCl_2 、 AlCl_3 、 CuSO_4 、 Na_3PO_4 这些电解质中何种聚沉值最小?

5. 扼要说明下列各概念

(1) Tyndall 效应; (2) 电泳和电渗; (3) 表面活性物质的临界胶束浓度; (4) 乳状液及其两种基本类型

三、(20 分) 在 298.2 K 时, 将 1 mol O_2 (视为理想气体) 从 101325 Pa 用 $6\times 101325\text{ Pa}$ 的外压等温压缩到 $6\times 101325\text{ Pa}$, 求此过程的 Q , W , ΔU , ΔH , ΔF (ΔA), ΔG , ΔS , $\Delta S_{\text{隔阻}}$ 。

四、(18 分) 苯在正常沸点 353 K 时摩尔汽化焓为 $30.75\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。今将 353 K , 101.325 kPa 下的 1 mol 液态苯向真空等温蒸发变为同温同压的苯蒸气 (设为理想气体)。

(1) 求此过程的 Q , W , ΔU , ΔH , ΔS , ΔF (ΔA) 和 ΔG ;

(2) 应用有关原理, 判断此过程是否为不可逆过程。

五、(12分) 在330.3 K, 丙酮(A)和甲醇(B)的液态混合物在101325 Pa下平衡, 平衡组成为液相 $x_A = 0.400$, 气相 $y_A = 0.519$ 。已知330.3 K时纯组分的蒸气压力 $p_A^* = 104791$ Pa, $p_B^* = 73460$ Pa。试说明该液态混合物是否为理想液态混合物, 为什么? 若不是理想液态混合物, 计算各组分的活度和活度因子(系数)。(均以纯液态为标准态。)

六、(14分) CO_2 的固态和液态的蒸气压分别由以下两个方程给出:

$$\lg(p_s/\text{Pa}) = 11.986 - 1360 \text{ K}/T$$

$$\lg(p_l/\text{Pa}) = 9.729 - 874 \text{ K}/T$$

计算: (1) 二氧化碳三相点的温度和压力; (2) 二氧化碳在三相点的熔化热和熔化熵。

七、(18分) 已知反应 $\text{A}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{A}(\text{g})$ 的 K^\ominus 与 T 的关系为 $\ln K^\ominus = -\frac{2059}{T/\text{K}} + 4.814$ 。在298K, 101325Pa条件下(1)求此反应的 K^\ominus 、 $\Delta_r H_m^\ominus$ 、 $\Delta_r G_m^\ominus$ 和 $\Delta_r S_m^\ominus$? (2)若反应开始时体系中只有 $\text{A}_2(\text{g})$, 求 $\text{A}_2(\text{g})$ 的平衡转化率 α 为多少? (气体视为理想气体)。

八、(16分) 电池 $\text{Zn}(\text{s}) | \text{ZnCl}_2(0.05 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}) | \text{AgCl}(\text{s}) | \text{Ag}(\text{s})$ 其电动势与温度的关系为:

$$E_{\text{MF}}/\text{V} = 1.015 - 4.92 \times 10^{-2} (T/\text{K} - 298)。$$

(1) 写出上述电池的电极反应和电池反应;

(2) 计算 298K 下, 电池反应的 $\Delta_r G_m$, $\Delta_r S_m$, $\Delta_r H_m$, Q_r 。

九、(12分) 某有机化合物A, 在酸的催化下发生水解反应, 在323 K, pH=5 的溶液中进行时, 其半衰期为69.3 min, 在pH=4 的溶液中进行时, 其半衰期为6.93 min, 且知在两个pH 值的各自条件下, $t_{1/2}$ 均与A 的初始浓度无关, 设反应的速率方程为: $-\text{d}[\text{A}]/\text{d}t = k[\text{A}]^\alpha [\text{H}^+]^\beta$

试计算: (1) α, β 的值; (2) 在323 K 时, 反应速率常数 k ; (3) 在323 K 时, 在pH=3 的水溶液中, A 水解80%需多少时间?