

山东科技大学2020年全国硕士研究生招生考试

物理化学试卷

一、选择题(共 30 分, 每小题 2 分)

(请选择以下各题中的正确答案。注意: 只选一个答案, 多选不得分)

1、实际气体经节流膨胀过程后, 则 ()

- (A) $Q > 0, \Delta p > 0$ (B) $Q < 0, \Delta p > 0$ (C) $Q > 0, \Delta p < 0$ (D) $Q = 0, \Delta p < 0$

2、 $W' = 0$ 的封闭系统中, 正确的是 ()

- (A) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V > 0, \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S > 0$ (B) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V < 0, \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S < 0$
(C) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V > 0, \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S < 0$ (D) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V < 0, \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S > 0$

3、在 50 °C 时液体 A 的饱和蒸气压是液体 B 饱和蒸气压的 3 倍, A、B 两液体形成理想液态混合物。

气液平衡时, 在液相中 A 的物质的量分数为 0.5, 则在气相中 B 的物质的量分数为 ()

- (A) 0.15 (B) 0.25 (C) 0.5 (D) 0.65

4、下列各式中 () 是化学势

- (A) $\left(\frac{\partial U}{\partial n_B}\right)_{T,V,n_{C \neq B}}$ (B) $\left(\frac{\partial H}{\partial n_B}\right)_{T,p,n_{C \neq B}}$ (C) $\left(\frac{\partial A}{\partial n_B}\right)_{T,V,n_{C \neq B}}$ (D) $\left(\frac{\partial G}{\partial n_B}\right)_{T,V,n_{C \neq B}}$

5、水蒸气通过灼热的 C (石墨) 发生下列反应



此平衡系统的相数 P 、组分数 C 和自由度 F 分别为 ()

- (A) $P = 2, C = 2, F = 2$ (B) $P = 2, C = 3, F = 3$
(C) $P = 2, C = 4, F = 4$ (D) $P = 4, C = 2, F = 0$

6、克-克方程可适用于下列 () 体系?

- (A) $\text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g})$ (B) $\text{C}(\text{石墨}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{金刚石})$
(C) $\text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{l})$ (D) $\text{I}_2(\text{g})(n, T_1, p_1) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g})(n, T_2, p_2)$

7、恒温下, 在反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 达到平衡后的体系中加入惰性气体, 则 ()

- (A) 平衡向右移动 (B) 平衡向左移动 (C) 条件不充分, 无法判断 (D) 平衡不移动

8、 CaCl_2 无限稀释摩尔电导率与其离子的无限稀释摩尔电导率的关系是 ()

- (A) $\Lambda_{\infty}(\text{CaCl}_2) = \lambda_{\text{m}}(\text{Ca}^{2+}) + \lambda_{\text{m}}(\text{Cl}^-)$ (B) $\Lambda_{\infty}(\text{CaCl}_2) = \lambda_{\text{m}}(\text{Ca}^{2+}) + 2\lambda_{\text{m}}(\text{Cl}^-)$
(C) $\Lambda_{\infty}(\text{CaCl}_2) = \frac{1}{2} \lambda_{\text{m}}(\text{Ca}^{2+}) + \lambda_{\text{m}}(\text{Cl}^-)$ (D) $\Lambda_{\infty}(\text{CaCl}_2) = 2 [\lambda_{\text{m}}(\text{Ca}^{2+}) + \lambda_{\text{m}}(\text{Cl}^-)]$

9、为了测量双液电池的电动势, 在两电极之间需要用盐桥来联接, 在下列各种溶液中可作盐桥溶液的是 ()

- (A) 正负离子的扩散速度几乎相同的浓溶液 (B) 正负离子的扩散速度几乎相同的稀溶液
(C) 可溶性惰性强电解质溶液 (D) 正负离子的扩散速度接近, 浓度较大的惰性盐溶液

10、某反应进行完全所需时间是有限的, 且等于 $\frac{c_0}{k}$, 则该反应是 ()

- (A) 零级反应 (B) 一级反应 (C) 二级反应 (D) 三级反应

- 11、已知平行一级反应 $A \xrightarrow[k_2, E_{a2}]{k_1, E_{a1}} \begin{matrix} B \\ C \end{matrix}$, 且知 $E_{a1} < E_{a2}$, 为提高产物 B 的产率, 应采取的措施为 ()
- (A) 提高温度 (B) 降低温度 (C) 增加反应物 A 的浓度 (D) 增加反应时间
- 12、一根毛细管插入水中, 液面上升的高度为 h , 当在水中加入少量的 NaOH, 这时毛细管中液面的高度为 ()
- (A) 等于 h (B) 大于 h (C) 小于 h (D) 无法确定
- 13、已知 20°C 时, 水的表面张力为 $0.07288 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$, 汞的表面张力为 $0.483 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$, 汞-水的界面张力为 $0.375 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$, 则水在汞表面上为 ()
- (A) 润湿 (B) 不润湿 (C) 完全润湿(铺展) (D) 不铺展
- 14、溶胶的基本特性之一是 ()
- (A) 热力学上和动力学上皆属于稳定体系 (B) 热力学上和动力学上皆属于不稳定体系
(C) 热力学上稳定而动力学上属于不稳定体系 (D) 热力学上不稳定而动力学上属于稳定体系
- 15、测定胶体的 ζ 电势不能用于 ()
- (A) 确定胶粒的热力学电势 φ_0 (B) 确定胶粒所携带电荷的符号
(C) 帮助分析固-液界面的结构 (D) 帮助推测吸附机理

二、问答题: (共 30 分, 每题 5 分)

- 从同一状态出发, 理想气体分别经绝热自由膨胀和绝热可逆膨胀, 能否到达相同的终态? 为什么?
- 在 298K 时 $0.001\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的蔗糖水溶液的渗透压与 $0.001\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的食盐水溶液的渗透压相同吗? 为什么?
- 请画出电解池和原电池的极化曲线, 并标出阴极、阳极。
- 如图所示, 水平放置的毛细管, 管径粗细不均。管中装有少量湿润性液体。问: 管内液体最后平衡位置在何处? 为什么?
- 已知在二氧化硅溶胶的形成过程中, 存在下列反应:

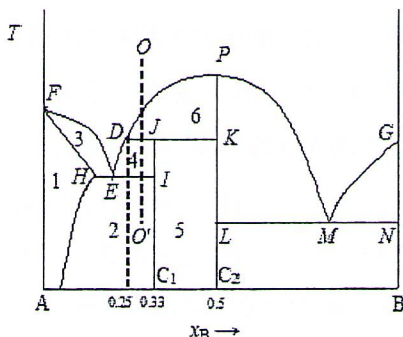


(1) 写出胶团的结构式; (2) 溶胶电泳方向。

- 碰撞理论的要点是什么?

三、填作图题。(本大题 14 分)

凝聚体系 A-B 相图如下图所示: 有二组分凝聚系统平衡相图如下图所示。已知 A、B 可生成化合物 C_1 和 C_2 。



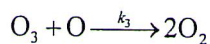
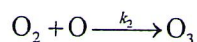
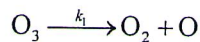
- 写出 A 和 B 生成稳定化合物和不稳定化合物的组成;
- 指出相图上条件自由度为零的线;
- 请以表格的形式写出 1-6 相区存在的相态、相数和自由度数;
- 画出从物系点 $O \rightarrow O'$ 的步冷曲线。
- 若物系点 O 的组成为含 B 的物质的量分数为 0.30, 混合物总物质的量为 10mol , 则由 O 点冷却时, 最多可以得到多少 mol 纯 AB (s), 温度应如何控制?

四、计算题(共 76 分)

- (12 分) 2mol 理想气体在 300K 时, 由 200kPa 真空自由膨胀到系统终态压力为 100kPa。试求过程的 Q 、 ΔS 、 ΔA 和 ΔG 。
- (12 分) 将 1mol 温度为 298 K、压力为 101.325kPa 的过饱和水蒸气(视为理想气体)在恒定压力 101.325kPa 下, 凝结为 298 K 时的液体水, 计算该过程的 ΔS 和 ΔG , 并判断相变过程的可逆性。已知水在正常沸点下的摩尔蒸发焓为 $\Delta_{\text{vap}}H_m = 40.67 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。液体水和水蒸气的平均定压摩尔热容分别为 $C_{p,m}(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 75.75 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 和 $C_{p,m}(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = 33.76 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。
- (12 分) 气相反应 $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{D}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{D}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 在 298K 时 $\Delta_r H_m^\ominus = 2176 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$, $K^\ominus = 0.80$ 。假定 C_2H_2 和 C_2D_2 的 $C_{V,m}$ 值相同, D_2O 和 H_2O 的 $C_{V,m}$ 相同, 当 2mol C_2H_2 和 1mol D_2O 在 373K、 $p^\ominus$ 下混合时可生成多少 C_2D_2 ?
- (12 分) 在 298 K 时, 电极 $\text{Ag} | \text{Ag}^+(\text{aq})$ 和 $\text{Ag} | \text{AgCl}(\text{s}) | \text{Cl}^-(\text{aq})$ 的标准电极电势分别为 0.7791 V 和 0.2224 V, 试计算:
 - (1) AgCl 的溶度积;
 - (2) AgCl 在纯水中的溶解度。
- (12 分) 某溶液中含有 NaOH 及 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, 浓度均为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。在 298K 时, 反应经 10min 有 39% 的 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 分解, 而在 308K 时, 反应 10min 有 55% 的 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 分解。该反应速率方程为 $r = kc(\text{NaOH}) \cdot c(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5)$ 。试计算:
 - (1) 在 298K 和 308K 时反应的速率常数;
 - (2) 在 288K 时, 反应 10min, $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 分解的分数。
- (8 分) 气相中 O_3 分解反应 $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$, 其速率方程为

$$-\frac{1}{2} \frac{dc(\text{O}_3)}{dt} = k \frac{c(\text{O}_3)^2}{c(\text{O}_2)}$$

试说明下列建议的反应机理在什么条件下, 与题给的速率方程相符合。



- (8 分) $\text{CHCl}_3(\text{g})$ 在活性炭上的吸附服从朗格缪尔(Langmuir)吸附等温式, 在 298 K 时当 $\text{CHCl}_3(\text{g})$ 的压力为 5.2 kPa 及 13.5 kPa 时, 平衡吸附量分别为 $0.0692 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ 及 $0.0826 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ (已换算成标准状态), 求:
 - (1) CHCl_3 在活性炭上的吸附系数 b 和活性炭的饱和吸附量 V_m^α ;
 - (2) 若 CHCl_3 分子的截面积 $S = 30 \times 10^{-20} \text{ m}^2$, 求活性炭的比表面积 a_s 。