

山东科技大学 2009 年招收硕士学位研究生入学考试 物理化学试卷

一、选择题（共 40 分，每小题 2 分）

（请选择以下各题中的正确答案，**并将答案务必写在答题纸上。注意：只选一个答案，多选不得分**）

- 1、某真实气体的压缩因子 $Z < 1$ ，则表示该气体（ ）
A. 易被压缩 B. 难于压缩 C. 易液化 D. 难液化
- 2、二元合金处于低共熔温度时体系的自由度 f 为（ ）
A. 0 B. 1 C. 2 D. 3
- 3、下列叙述中不具状态函数特征的是（ ）
A. 系统状态确定后，状态函数的值也确定
B. 系统变化时，状态函数的改变值只由系统的初终态决定
C. 经循环过程，状态函数的值不变
D. 状态函数均有加和性
- 4、在抽空密闭容器中加热 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ ，有一部分分解成 $\text{NH}_3(\text{g})$ 和 $\text{HCl}(\text{g})$ ，当系统建立平衡时，其组分数 C 和自由度 f 是（ ）
A. $C=1, f=1$ B. $C=2, f=2$ C. $C=3, f=3$ D. $C=2, f=1$
- 5、实际气体的节流膨胀过程中，哪一组的描述是正确的（ ）
A. $Q=0, \Delta H=0, \Delta p < 0$ B. $Q=0, \Delta H < 0, \Delta p > 0$
C. $Q > 0, \Delta H=0, \Delta p < 0$ D. $Q < 0, \Delta H=0, \Delta p < 0$
- 6、下列式子中不是化学势的是（ ）
A. $\left[\frac{\partial U}{\partial n_i} \right]_{T, V, n_j}$ B. $\left[\frac{\partial H}{\partial n_i} \right]_{S, P, n_j}$ C. $\left[\frac{\partial A}{\partial n_i} \right]_{T, V, n_j}$ D. $\left[\frac{\partial G}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j}$
- 7、1mol 理想气体从 p_1, V_1, T_1 ，分别经（1）绝热可逆膨胀到 p_2, V_2, T_2 ；（2）绝热恒外压膨胀到 p_2', V_2', T_2' ，若 $p_2 = p_2'$ ，则（ ）
A. $T_2' = T_2, V_2' = V_2$ B. $T_2' > T_2, V_2' > V_2$
C. $T_2' > T_2, V_2' < V_2$ D. 无法确定。

- 8、微小晶体的溶解度比相应晶体的溶解度 ()
- A. 小 B. 相等 C. 大 D. 无法确定
- 9、盐碱地的农作物长势不良,甚至枯萎,主要原因是 ()
- A. 天气太热 B. 很少下雨 C. 肥料不足 D. 水分倒流
- 10、某化学反应 $\Delta_r H_m^\circ < 0$, $\Delta_r S_m^\circ > 0$, 则反应的标准平衡常数 ()
- A. $K > 1$ 且随温度升高而增大 B. $K < 1$ 且随温度升高而减小
- C. $K < 1$ 且随温度升高而增大 D. $K > 1$ 且随温度升高而减小
- 11、欲使一过程的 $\Delta G = 0$, 应满足的条件是 ()
- A. 可逆绝热过程 B. 恒容绝热且只作膨胀功的过程
- C. 恒温恒压且只作膨胀功的可逆过程 D. 恒温恒容且只作膨胀功的可逆过程
- 12、已知气相反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g})$ 是放热反应, 当反应达到平衡时, 可采用下列哪组方法使平衡向右移动 ()
- A. 降温 and 减压 B. 升温 and 增压 C. 升温 and 减压 D. 降温 and 增压
- 13、在 25°C , 若要使电池 $\text{Pb}(\text{Hg})(a_1) \mid \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \mid \text{Pb}(\text{Hg})(a_2)$ 的电动势 E 为正值, 则 Pb 在汞齐中的活度 ()
- A. 一定是 $a_1 < a_2$ B. 一定是 $a_1 > a_2$ C. 一定是 $a_1 = a_2$ D. a_1 和 a_2 可任意
- 14、放射反应一般是一级反应, 放射性元素 Pb^{201} 的半衰期是 8 小时, 1g 放射性 Pb^{201} 24 小时后还剩多少克?
- A. 1/2 B. 1/3 C. 1/4 D. 1/8
- 15、反应 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ 的初始浓度和初速度见下面数据, 则该反应的速率方程是 ()
- | $c_{\text{A},0} / \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ | $c_{\text{B},0} / \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ | $v_0 / \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ |
|--|--|---|
| 1.0 | 1.0 | 0.15 |
| 2.0 | 1.0 | 0.30 |
| 1.0 | 2.0 | 0.15 |
- A. $v = k c_{\text{A}}$ B. $v = k c_{\text{B}}$ C. $v = k c_{\text{A}} c_{\text{B}}$ D. $v = k c_{\text{A}} c_{\text{B}}^2$
- 16、在一定压力下, 在 A、B 二组分的温度-组成图的最高 (或最低) 恒沸点处, 气-液两相组成

的关系为 y_B () x_B , y_B 和 x_B 分别为气、液两相组分B的摩尔分数。

- A. 大于 B. 小于 C. 等于 D. 变小

17、0.0025 mol · dm⁻³ 的 K₂SO₄ 溶液的电导率是 0.06997 S · m⁻¹, 则其摩尔电导率为 () S · m² mol⁻¹?

- A. 0.02799 B. 27.99 C. 0.2799 D. 2.799

18、当克拉贝龙方程用于纯物质两相平衡时, 下列说法正确的是 ()

- A. p 不随温度而变化
B. p 随温度的升高而降低
C. p 随温度的升高而升高
D. p 随温度的升高可降低可升高

19、对于浓度为 b 的 CuSO₄ 溶液, 其离子强度 I 和 b 间的关系 ()

- A. $I = b$ B. $I = 2b$ C. $I = 3b$ D. $I = 4b$

20、若分散相固体微小粒子的表面上吸附负离子, 则胶体粒子的电动电势 ζ 电势 ()

- A. 大于零 B. 小于零 C. 等于零 D. 大小无法确定

二、填空题: (共 26 分, 每空 2 分) (注意: 将答案务必写在答题纸上)

1、写出理想气体在微观上具有的两个特征: ① ; ② 。

2、25℃时, 电池反应 $\text{Ag}^+ + 1/2\text{Hg}_2\text{Cl}_2 = \text{AgCl} + \text{Hg}$ 的电池电动势为 0.0193V, 反应所对应的 ΔS 为 32.9J/K, 则该电池的温度系数为 ③。

3、1 mol 理想气体 ($C_{p,m} = 2.5R$) 由 300 K 绝热压缩到 400 K, 则其焓变 ΔH 约为 ④。

4、热力学基本方程中, $dH =$ ⑤, $(\frac{\partial H}{\partial P})_S =$ ⑥。

5、若 A、B 两组分可形成理想液态混合物, 则在混合性质 $\Delta_{\text{mix}}H$, $\Delta_{\text{mix}}S$, $\Delta_{\text{mix}}G$ 及 $\Delta_{\text{mix}}V$ 中等于零的有 ⑦, 小于零的有 ⑧。

6、用等体积的 0.10mol/L 的 KI 溶液和 0.08mol/L 的 AgNO₃ 溶液制备 AgI 溶胶, 此溶胶的结构式为 ⑨, 电泳方向为 ⑩。NaNO₃、MgSO₄、AlCl₃ 三种电解质中哪一种对 AgI 溶胶的聚沉作用强? ⑪。

7、反应 $A + B \longrightarrow C$ 的动力学方程为 $-\frac{dc_A}{dt} = k_A \frac{c_A c_B}{c_C}$ ，则该反应的总级数是 ⑫ 级，若

浓度以 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 为单位，时间以 s 为单位，则速度常数 k_A 单位是 ⑬。

三、简答题：（共 10 分，每小题 5 分）

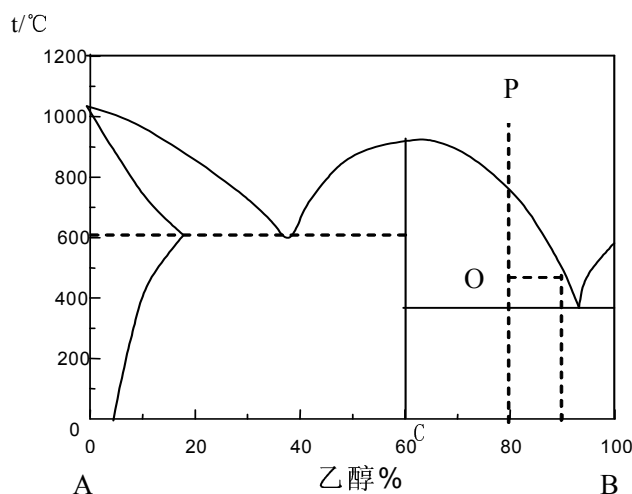
1、液态系统中会产生过冷、过热及过饱和等所谓的亚稳状态，产生这种状态的主要原因是什么？

并用适当的理论说明。消除亚稳状态最有效的方法是什么？

2、说明胶体能稳定存在的主要原因，并写出使憎液溶胶发生聚沉现象的 3 种方法。

四、填作图题。（本大题 14 分）

- (1) 指出下列凝聚体系的等压相图中多相区的相数、相态（何物和何状态），及其自由度（包括点、线、面）；
- (2) 叙述组成为 P 的熔液，当温度保持在 700°C ，并不断向内加入 A 物质时，体系中相的变化？
- (3) 画出物系点 P 的步冷曲线。
- (4) 设物系处于 P 点，其质量为 3kg，含 B 80%，当冷却到 O 点时，熔液含 B 90%，问此时熔液质量为多少 kg？并画出此过程的步冷曲线。



五、计算题（共 60 分）

1、（8 分）有 1 摩尔单原子理想气体 He 气，在 127°C 和 $0.5 \times 10^6 \text{ Pa}$ 的始态下经恒温可逆压缩到 $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ 。求该过程的 W 、 Q 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔG 和 ΔA

2、（12 分）在 90°C 、 p 下，1mol 水蒸发成等温等压下的水蒸气，求此过程的 ΔS ，并判断此

过程是否可能发生。已知 90℃ 时水的饱和蒸气压为 $7.012 \times 10^4 \text{ Pa}$, 90℃ 时的可逆汽化热为 $40.67 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$, 液态水和气态水的恒压摩尔热容分别 $75.30 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $33.58 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

3、(12 分) $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ 分解反应为 $2 \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$, 已知:

物质	$\text{NaHCO}_3(\text{s})$	$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_r H_m^\ominus (298\text{K}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-947.4	-1131	-241.8	-393.5
$S_m^\ominus (298\text{K}) / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	102.0	136.0	189.0	214.0

在 298~373K 之间, $\Delta_r H_m^\ominus (T)$ 及 $\Delta_r S_m^\ominus (T)$ 均可视为与 T 无关。

求 (1) 371.0 K 时的 K ;

(2) 101.325 kPa、371.0 K 时, 系统中 H_2O 的摩尔分数 $x = 0.65$ 的 H_2O 和 CO_2 混合气

体, 能否使 $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ 避免分解?

4、(12 分) 原电池(一) $\text{Pt} | \text{H}_2(p) | \text{HCl} (0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}) | \text{Hg}_2\text{Cl}_2 | \text{Hg} (1)$

$$E = 0.0894 + 1.881 \times 10^{-3} T - 2.9 \times 10^{-6} T^2$$

$$\text{已知 } E_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}}^\ominus = 0.2689 \text{ V}$$

(1) 写出 1mol 电子转移的电池反应;

(2) 计算 298K 时该反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 、 $\Delta_r S_m^\ominus$ 、 $\Delta_r H_m^\ominus$ 、 Q_r ;

(3) 求 $\text{HCl} (0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1})$ 溶液的 γ_{\pm} 。

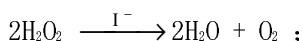
5、(8 分) 乙烯热分解反应: $\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2$ 为一级反应, 活化能 $E_a = 250.8 \text{ kJ/mol}$, 在 1073.2 K 时反应 10 小时乙烯分解 50%。

(1) 求 1073.2 K 下的速率常数 k_1 ;

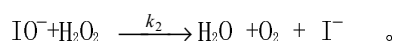
(2) 求 1573 K 下的速率常数 k_2 ;

(3) 求在 1573 K 下乙烯分解 80% 所需时间。

6、(8 分) 过氧化氢在含有碘离子的中性溶液中分解的反应式为:



其反应机理如下: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- \xrightarrow{k_1} \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^-$;



设 IO^- 处于稳定态, 试建立总反应的动力学方程式。