

广东工业大学

2011 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目(代码)名称: (813)无机化学

满分 150 分

(考生注意: 试卷封面需填写自己的准考证编号, 答完后连同本试题一并交回!)

一、是非题(判断下列叙述是否正确, 正确的在括号中画√, 错误的画×。本大题共 15 分)

1. 碳酸钙分解是吸热的, 故它的标准摩尔生成焓为负值。 ()
2. 若体系吸收 150 kJ 的热量, 并对环境作功 310 kJ, 则内能变化为 $\Delta U = Q + W = +160 \text{ kJ}$ 。 ()
3. 反应速率常数取决于反应温度, 与反应物、生成物的浓度无关。 ()
4. 金属 Na 着火时可用 CO_2 来扑灭。 ()
5. 通常元素的电负性越大, 其非金属性越强, 金属性越弱。 ()
6. 分子中的共价键有极性, 分子不一定是极性分子。 ()
7. 饱和 H_2S 溶液中, $c(\text{H}^+) = 2c(\text{S}^{2-})$ 。 ()
8. $n=4$ 的电子层共有 16 个原子轨道, 最多可容纳 32 个电子。 ()
9. 在 BF_3 和 NF_3 分子中, 中心原子都是 sp^3 杂化, 分子构型都为三角锥型结构。 ()
10. HF 、 H_2SiO_3 皆是弱酸, 但是 H_2SiF_6 却是强酸 ()
11. 在酸性溶液中, Cr(VI) 的主要存在形式为橙色 CrO_4^{2-} 。 ()
12. 第二周期中 N 的第一电离能比它前后相邻的 C 和 O 都要大。 ()
13. 对于反应 $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} = \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ 来说, 由于反应式两边物质的计量系数之和相等, 所以增加体系总压对平衡无影响。 ()
14. 某配离子的逐级稳定常数分别为 $K_1^\ominus$ 、 $K_2^\ominus$ 、 $K_3^\ominus$ 、 $K_4^\ominus$, 则该配离子的不稳定常数 $K_d^\ominus = K_1^\ominus \cdot K_2^\ominus \cdot K_3^\ominus \cdot K_4^\ominus$ 。 ()
15. $\text{Pd}^{2+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Pd} + \text{Cu}^{2+}$ (1), $E_1^\ominus$
 $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ (2), $E_2^\ominus$
 $\text{Pd}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Pd} + \text{Zn}^{2+}$ (3), $E_3^\ominus$
则 $E_3^\ominus = E_1^\ominus + E_2^\ominus$ 。 ()

二、单项选择题:(请将正确答案的英文字母填在括号中, 共 25 分)

1. 下列热力学函数不为零的是 ()。
(A) $\Delta_f H_m^\ominus(\text{Br}_2, \text{l})$ (B) $\Delta_f G_m^\ominus(\text{Fe}, \text{s})$ (C) $S_m^\ominus(\text{石墨}, \text{s})$ (D) $\Delta_f H_m^\ominus(\text{石墨}, \text{s})$
2. 在温度一定时, 反应 $2\text{A(g)} + 3\text{B(g)} \rightleftharpoons 5\text{C(g)}$ 在进行过程中, 下列各物理量中发生变化的是 ()。
(A) $\Delta_r G_m^\ominus$ (B) $\Delta_r G_m$ (C) $K^\ominus$ (D) k

3. 反应 $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 在高温、标准态时才能自发进行, 则可推断该反应 ()
- (A) $\Delta_r H_m^\ominus > 0$, $\Delta_r S_m^\ominus > 0$; (B) $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, $\Delta_r S_m^\ominus > 0$
 (C) $\Delta_r H_m^\ominus > 0$, $\Delta_r S_m^\ominus < 0$; (D) $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, $\Delta_r S_m^\ominus < 0$
4. 下列离子中, 具有与 Ar 原子相同电子构型的是 ()。
- (A) Na^+ (B) Ag^+ (C) Br^- (D) S^{2-}
5. 下列物质的晶体结构中既有共价键又有大 π 键和分子间力的是 ()。
- (A) 金刚砂 (B) 碘 (C) 石墨 (D) 石英
6. 反应: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, 欲加快溶液褪色应采取的措施是 ()。
- (A) 升温 (B) 降温 (C) 加水 (D) 减小 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 的浓度
7. 将 100 mL 纯水的 pH 由 7.0 变为 4.0, 需要加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 的体积为 ()。
- (A) 0.1 mL (B) 0.01 mL (C) 0.001 mL (D) 0.0001 mL
8. 下列各对酸碱中, 属共轭酸碱的是 ()。
- (A) H_2CO_3 , CO_3^{2-} (B) HPO_4^{2-} , H_3PO_4
 (C) HCO_3^- , CO_3^{2-} (D) NH_4^+ , NH_2^-
9. 氢原子轨道能量的顺序为 ()。
- (A) $E_{(3s)} > E_{(3p)} > E_{(3d)}$ (B) $E_{(3s)} = E_{(3p)} = E_{(3d)}$
 (C) $E_{(3s)} < E_{(3p)} < E_{(3d)}$ (D) $E_{(3s)} < E_{(3p)} > E_{(3d)}$
10. 下列电子亚层不可能存在的是 ()。
- (A) 8s (B) 6d (C) 5p (D) 2f
11. 对于下列各对分子间存在的相互作用力类型最多的是 ()。
- (A) Br_2 和 CCl_4 (B) He 和 HF (C) NH_3 和 H_2O (D) HCl 和 CO_2
12. 水煤气的主要成分是 ()。
- (A) CO 和 N_2 (B) CO 和 O_2 (C) CO 和 H_2 (D) CO_2 和 H_2O
13. 在讨论离子极化作用时, 应考虑正离子变形性的是 ()。
- (A) 正离子的半径较小 (B) 正离子的电荷较高
 (C) 具有 8 电子构型的正离子 (D) 具有 18 电子构型的正离子
14. 下列氧化剂中, 使溶液的 $c(\text{H}^+)$ 增加, 氧化性增强的是 ()。
- (A) Cl_2 ; (B) ClO_3^- ; (C) Ag^+ ; (D) F_2
15. 下列各对物质, 在酸性溶液中能共存的是 ()。
- (A) FeCl_3 与 KI 溶液 (B) H_2O_2 与 H_2S 溶液
 (C) NaBr 与 NaBrO_3 溶液 (D) FeCl_3 与 KMnO_4 溶液
16. 要分离 Al^{3+} 和 Zn^{2+} 混合溶液, 应采取下列哪一种方法? ()
- (A) 加入过量碱; (B) 加入过量酸; (C) 加入过量氨水; (D) 不能用化学方法

17. 下列硫化物, 属于难溶于水而易溶于稀酸的是 ()。

- (A) HgS (B) ZnS (C) Na₂S (D) CuS

18. 下列金属与其相应的盐溶液可以发生反应的是 ()。

- (A) Fe 和 FeSO₄ (B) Cu 和 CuSO₄ (C) Zn 和 ZnSO₄ (D) Hg 和 Hg(NO₃)₂

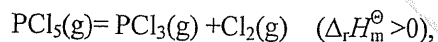
19. 在 NaH₂PO₄ 溶液中加入 AgNO₃ 溶液后, 主要产物是 ()。

- (A) Ag₂O (B) AgOH (C) AgH₂PO₄ (D) Ag₃PO₄

20. 在 CO₂ 分子中含有 ()。

- (A) sp³-pσ 键 (B) sp²-pσ 键 (C) sp-pσ 键 (D) s-pσ 键

21. 将一定量 PCl₅ 气体充入体积为 1L 的密闭容器中, 在一定的温度下发生下列反应:



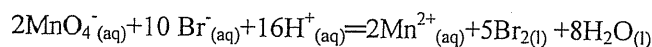
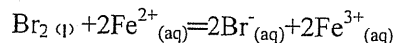
达到平衡时, 其 PCl₅ 的解离率为 50%。改变下列条件, 不能使 PCl₅ 的解离率增加的是 ()。

- (A) 减小压力, 使反应器体积变为 2L;
(B) 压力不变, 加入氮气, 使反应器体积增加至 2L;
(C) 反应器体积不变, 加入氮气, 使总压增加 1 倍;
(D) 反应器体积不变, 升高温度

22. 根据反应 $\text{Pb}^{2+}(c_1) + \text{Cu} + \text{S}^{2-}(c_2) \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{CuS}$ 设计一原电池, 其电池符号为 ()。

- (A) (-) Cu, CuS, S²⁻(c₂) || Pb²⁺, Pb (+);
(B) (-) Cu, CuS || Pb²⁺(c₁) | Pb (+);
(C) (-) Cu | CuS | S²⁻(c₂) || Pb²⁺(c₁), Pb (+);
(D) (-) Cu | CuS | S²⁻(c₂) || Pb²⁺(c₁) | Pb (+)。

23. 已知下列反应均按正方向进行



则有关氧化剂氧化性的相对强弱为 ()。

- (A) Fe³⁺ > Br₂ > MnO₄⁻; (B) MnO₄⁻ > Br₂ > Fe³⁺;
(C) Br₂ > Fe³⁺ > MnO₄⁻; (D) Fe³⁺ > MnO₄⁻ > Br₂

24. 在 AgNO₃ 饱和溶液中, 加入 NaCl 固体, 达平衡时, ()。

- (A) $c(\text{Ag}^{+}) = c(\text{Cl}^{-})$
(B) $c(\text{Ag}^{+}) = c(\text{Cl}^{-}) = [K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{AgCl})]^{1/2}$
(C) $c(\text{Ag}^{+}) \neq c(\text{Cl}^{-})$, $[c(\text{Ag}^{+})/c^{\ominus}] \cdot [c(\text{Cl}^{-})/c^{\ominus}] = K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{AgCl})$
(D) $c(\text{Ag}^{+}) \neq c(\text{Cl}^{-})$, $[c(\text{Ag}^{+})/c^{\ominus}] \cdot [c(\text{Cl}^{-})/c^{\ominus}] \neq K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{AgCl})$

25. 价键理论认为, 决定配合物空间构型主要是 ()。

- (A) 配体对中心离子的影响与作用;
(B) 中心离子对配体的影响与作用;
(C) 中心离子(或原子)的原子轨道杂化;
(D) 配体中配位原子对中心原子的作用。

64

三、填空题：(共 30 分)

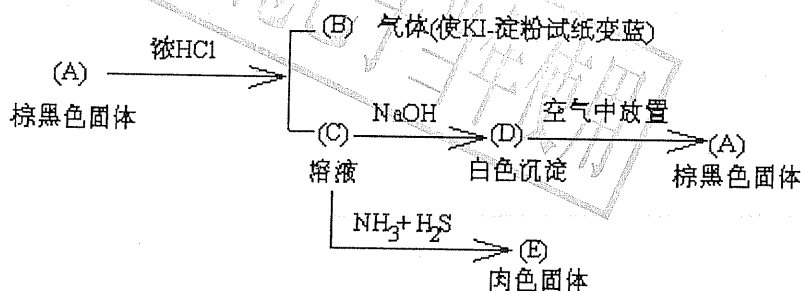
1. 在等温等压过程中, 可以利用 ΔG 来判断过程自发与否。当 ΔG _____ 时, 过程自发进行; 当 ΔG _____ 时, 不能自发进行; 当 ΔG _____ 时, 过程处于平衡状态。
2. 已知某元反应为: $2A(s) + B(aq) \rightarrow 3C(aq) + 4D(aq)$, 根据质量作用定律, 其反应速率方程式为 _____。
3. 催化剂只能改变 _____、_____ 的反应速率, 缩短达到平衡的时间, 但不能改变 _____ 状态。
4. SiO_2 晶体中, 晶格结点的粒子分别是 _____、_____, 粒子间的作用力为 _____, 它属于 _____ 晶体。
5. 金属中最难熔的是 _____; 金属中硬度最大的是 _____。
6. 氯的含氧酸主要有 _____、_____、_____、_____。
7. 在乙硼烷的分子中存在 _____ 个 σ 键和 2 个 _____ 键。
8. 配合物 $K[Ag(CN)_2]$ 的形成体是 _____; 配体是 _____; 配位原子是 _____; 配位数是 _____; 命名为 _____。
9. 某元素原子序数小于 30, 其原子核外有 6 个成单电子, 则该元素位于周期表中第 _____ 周期, 第 _____ 族, 原子序数为 _____, 核外电子排布为 _____。
10. 已知 MgO, KBr, NaF 均为 $NaCl$ 型晶体, 它们的熔点由高到低的顺序为 _____。

四、完成及配平下列各反应方程式 (共 10 分)。

1. $CO_3^{2-} + Al^{3+} + H_2O \longrightarrow$
2. $MnO_4^- + SO_3^{2-}$ (酸性介质) $\longrightarrow$

五、根据题目要求, 解答下列各题 (共 40 分)

1. 试解释: 为什么 $NaCl$ 易溶于水而 $CuCl$ 难溶于水?
2. 根据下列实验现象确定各字母所代表的物质:



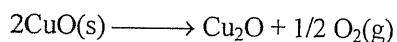
3. 已知: $E^{\ominus}(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.15 \text{ V}$ $E^{\ominus}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771 \text{ V}$
 $E^{\ominus}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}$ $E^{\ominus}(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23 \text{ V}$ 。

解释下列现象, 并写出有关离子反应方程式:

- (1) SnCl_2 溶液长时间放置后, 可失去还原性;
 - (2) 淡绿色 FeSO_4 溶液存放后会变色。
4. 实验测得配离子 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ 的磁矩 $\mu = 0.0 \text{ B.M.}$, 根据配合物价键理论说明中心离子的电子分布, 轨道杂化形式及配合物的空间构型。

六、计算题 (共 30 分)

1. 通过计算说明下列反应:



(1) 在常温 (298.15K)、标准态下能否自发进行?

(2) 在 700°C 时、标准态下能否自发进行?

已知: $\Delta_f H_m^{\ominus}(\text{CuO}, \text{s}, 298.15\text{K}) = -157.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\Delta_f H_m^{\ominus}(\text{Cu}_2\text{O}, \text{s}, 298.15\text{K}) = -168.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$S_m^{\ominus}(\text{CuO}, \text{s}, 298.15\text{K}) = 42.63 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ $S_m^{\ominus}(\text{Cu}_2\text{O}, \text{s}, 298.15\text{K}) = 93.14 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

$S_m^{\ominus}(\text{O}_2, \text{g}, 298.15\text{K}) = 205.138 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

2. 将 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液与 NaI 溶液混合。设混合液中 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 的浓度为 $0.050 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 计算在 25°C 时:

(1) 当混合溶液中 I^- 浓度多大时, 开始生成沉淀?

(2) 求 PbI_2 在 $0.050 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中的溶解度。

(已知 $K_{sp}^{\ominus}(\text{PbI}_2) = 8.49 \times 10^{-9}$)

3. 在 514K 时, PCl_5 的分解反应 $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 的 $K^{\ominus} = 1.78$; 若将一定量的 PCl_5 放入一密闭真空容器中, 反应达到平衡时, 总压为 200.0 kPa; 计算此时 PCl_5 的分解分数为多少?

