

# 华侨大学 2013 年硕士研究生入学考试专业课试题

(答案必须写在答题纸上)(允许使用科学计算器)

招生专业 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理

科目名称 无机化学 科目代码 (731)

## 一. 选择题 (50 分, 每小题 2 分): (请在 A、B、C、D 中选择一个答案)

1. 下列关于血红蛋白的叙述中错误的是:

- (A) 水分子中的氧原子与血红素中的  $\text{Fe}^{2+}$  离子结合成红色的血红蛋白;
- (B) 一氧化碳有毒是因为其分子取代了血红蛋白中的氧;
- (C) 血红蛋白与氧的成键是可逆的;
- (D) 一氧化碳比氧对血红蛋白具有更强的结合力

2.  $\text{sp}^3\text{d}$  杂化属于:

- (A) 三角锥杂化
- (B) 三角双锥杂化
- (C) 八面体杂化
- (D) 四面体杂化

3. 下列分子中具有最大键能值的是:

- (A)  $\text{N}_2$
- (B)  $\text{O}_2$
- (C)  $\text{F}_2$
- (D)  $\text{Cl}_2$

4. 根据分子轨道理论,  $\text{O}_2$  的键级为:

- (A) 1
- (B) 1.5
- (C) 2
- (D) 2.5

5. 在  $\text{AgBr}$  饱和溶液中加入少量  $\text{KBr}$  固体, 平衡后溶液中:

- (A)  $[\text{Ag}^+] = [\text{Br}^-]$
- (B)  $[\text{Ag}^+] = [\text{Br}^-] = [\text{K}_{\text{sp}}^\ominus(\text{AgBr})]^{0.5}$
- (C)  $[\text{Ag}^+] \neq [\text{Br}^-]$ ,  $[\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = \text{K}_{\text{sp}}^\ominus(\text{AgBr})$
- (D)  $[\text{Ag}^+] \neq [\text{Br}^-]$ ,  $[\text{Ag}^+][\text{Br}^-] \neq \text{K}_{\text{sp}}^\ominus(\text{AgBr})$

6. 下列电子排布式中, 原子处于激发状态的是:

- (A)  $1s^2 2s^2 2p^6$
- (B)  $1s^2 2s^2 2p^3 3s^1$
- (C)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
- (D)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$

7. 下列有关平衡常数表述正确的是:

- (A) 标准平衡常数是指可逆反应处于热力学标准状态时的平衡常数;
- (B) 标准平衡常数仅适用于气相可逆反应;
- (C) 标准平衡常数仅适用于液相可逆反应;
- (D) 按  $\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K^\ominus$  计算  $K^\ominus$  时, 与反应达平衡时是否处于标准态无关。

8. 已知  $E^\ominus(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.51\text{V}$ ,  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34\text{V}$ ,  $E^\ominus(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.14\text{V}$ ,

招生专业 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理

科目名称 无机化学 科目代码 (731)

$E^\ominus (\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.15 \text{ V}$ ,  $E^\ominus (\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.54 \text{ V}$ , 在标准态时下列各组物质在酸性介质中不能共存的是:

(A)  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Sn}^{2+}$  (B)  $\text{I}_2$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  (C)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$  (D)  $\text{I}^-$ ,  $\text{Sn}^{2+}$

9. 通常情况下, 醋酸溶液的平衡组成计算中, 常取  $K_a^\ominus (\text{HAc}) = 1.77 \times 10^{-5}$ , 是因为:

(A)  $K_a^\ominus$  与温度无关 (B) 实验都是在  $25^\circ\text{C}$  条件下进行的

(C) 温度为  $25^\circ\text{C}$ , 溶液浓度为  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,  $K_a^\ominus (\text{HAc}) = 1.75 \times 10^{-5}$

(D)  $K_a^\ominus$  随温度变化不明显

10. 已知  $\Delta_f G_m^\ominus (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -237.1 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_f G_m^\ominus (\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -228.6 \text{ kJ/mol}$ , 经估算得  $(\text{H}_2\text{O}, \text{l})$  在  $25^\circ\text{C}$  时的饱和蒸气压与下列数值最接近的是:

(A) 3.2 kPa (B) 1.7 kPa (C) 30.9 kPa (D) 0.032 kPa

11. 电镀工艺是将欲镀零件作为电解池的什么极, 阳极氧化是将需处理的部件作为电解池的什么极:

(A) 阴极, 阳极; (B) 阳极, 阴极; (C) 正极, 负极; (D) 任意一个电极

12. 反应速率的质量作用定律适用于:

(A) 一步完成的简单反应 (B) 气相反应

(C) 液相反应 (D) 反应方程中化学计量数为一的反应

13. 在符合理想气体定律条件下, 观察到某气体的密度大约是根据其通常分子式计算值的两倍, 这一发现暗示:

(A) 很多气体分子解离成原子 (B) 对分子占有的体积必须进行修正

(C) 很多气体分子缔合成双聚体 (D) 相对分子质量必定小于理论值

14. 一个孤立原子中的电子可用四个量子数  $n, l, m$  和  $m_s$  描述。从碱土金属气态原子中最容易移去的电子的  $m$  值是:

(A) 与该电子的最大  $n$  值相同 (B) 任何一个从  $-(n-1)$  到  $+(n-1)$  (包括 0) 的数

(C) 任何一个从 1 到  $(n-1)$  的正数值 (D) 0

招生专业 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理  
科目名称 无机化学 科目代码 (731)

15. 下列燃烧反应的焓变  $\Delta_r H_m^\ominus$  等于标准摩尔燃烧焓  $\Delta_c H_m^\ominus$  的是：  
(A)  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  (B)  $\text{H}_2(\text{g}) + 0.5\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   
(C)  $2\text{H}(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  (D)  $\text{H}_2(\text{g}) + 0.5\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
16. 下列四种电子构型的原子中，第一电离能最低的是：  
(A)  $1s^2 2s^2 2p^4$  (B)  $1s^2 2s^2 2p^3$  (C)  $1s^2 2s^2 2p^6$  (D)  $1s^2 2s^2 2p^5$
17. 一般情况下，温度每升高 10 度，化学反应速率预期可发生下列情况中的：  
(A) 无变化 (B) 约增加一倍 (C) 减少一半 (D) 约增加十倍
18. 已知在酸性条件下的标准电势值有： $E^\ominus (\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.51 \text{ V}$ ,  $E^\ominus (\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23 \text{ V}$ ,  $E^\ominus (\text{PbSO}_4/\text{Pb}) = -0.36 \text{ V}$ 。从电势值考虑，在标准态时下列判断正确的是：  
(A)  $\text{MnO}_4^-$  离子能将  $\text{H}_2\text{O}$  氧化成  $\text{O}_2$  (B)  $\text{O}_2$  能将  $\text{Mn}^{2+}$  氧化成  $\text{MnO}_4^-$  离子  
(C)  $\text{Mn}^{2+}$  能将  $\text{PbSO}_4$  还原成  $\text{Pb}$  (D)  $\text{PbSO}_4$  能将  $\text{O}_2$  氧化成  $\text{H}_2\text{O}$
19. 如果在绝对温度 T 时，某反应的吉布斯自由能变化为  $\Delta G$ ，焓变为  $\Delta H$ ，则该反应的熵变  $\Delta S$  为：  
(A)  $(\Delta G - \Delta H) / T$  (B)  $(\Delta H - \Delta G) / T$  (C)  $T (\Delta G - \Delta H)$  (D)  $T (\Delta H - \Delta G)$
20. 下列离子中，在低自旋八面体配合物中具有最大磁矩的是：  
(A)  $\text{Fe}^{2+}$  (B)  $\text{Co}^{2+}$  (C)  $\text{Sc}^{3+}$  (D)  $\text{Cr}^{2+}$
21. 有一弱酸 HA，其  $K_a^\ominus = 1.0 \times 10^{-5}$ ，如果该酸在 1L 水中溶解 0.1mol，则达平衡时 HA 的解离百分数为：  
(A) 0.10 % (B) 1.00 % (C) 99.0 % (D) 99.9 %
22. 在某一决定速率步骤包含碰撞的气相反应中，反应速率随温度升高而加快，其主要原因是：  
(A) 因为势能屏障降低使碰撞次数多  
(B) 克服势能屏障的有效碰撞多  
(C) 气体运动速率增大 (D) 催化剂有效性增大
23. 物质的沸点高低与分子间作用力大小有关。下列物质的沸点高低排列顺序正确的是：  
(A)  $\text{CH}_4 < \text{SiH}_4 < \text{GeH}_4 < \text{SnH}_4$  (B)  $\text{He} > \text{Ne} > \text{Ar} > \text{Kr}$   
(C)  $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$  (D)  $\text{HF} \gg \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$

招生专业 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理  
科目名称 无机化学 科目代码 (731)

24. 实验室里长期盛放高锰酸钾溶液的试剂瓶不容易用水洗干净, 这时可选用下列试剂中的:

- (A) 浓硫酸;                      (B)  $K_2CrO_4$ ;                      (C) 稀盐酸;                      (D) 草酸

25. 下列有关 d 区元素单质性质叙述错误的是:

- (A) d 区金属单质都能分别溶解于非氧化性酸、氧化性酸和王水中;  
(B) 金属铬可以被浓硝酸钝化  
(C) 金属铁可以被浓硫酸钝化  
(D) 浓硝酸可以用不锈钢容器盛放

## 二. 填空题 (20 分, 每小题 1 分)

2-1. 298K 时, A (s) 物质在真空容器中按下式分解  $A (s) \rightleftharpoons B (g) + C (g)$ , 平衡时测得容器总压为 p kPa, 则该温度时反应的平衡常数  $K^\ominus$  为 1。

2-2. 对于反应:  $N_2(g)+3H_2(g)=2NH_3(g)$ ;  $\Delta_r H_m^\ominus (298.15K) = -92.2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  若升高温度, 例如升高 100K, 则下列各项将如何变化 (填写: 不变, 基本不变, 增大或减少。)  $\Delta_r H_m^\ominus$  2,  $\Delta_r S_m^\ominus$  3,  $\Delta_r G_m^\ominus$  4,  $K^\ominus$  5,  $v(\text{正})$  6,  $v(\text{逆})$  7。

2-3. 某难溶电解质  $AB_2$  (摩尔质量为 80), 常温下在水中溶解度为每 100 ml 溶液含有  $AB_2 2.4 \times 10^{-4} \text{ g}$  则  $AB_2$  的溶度积  $K_{sp}^\ominus =$  8。

2-4. 已知电极电势:  $\varphi^\ominus(H_2PO_2^-/P_4) = -1.82 \text{ v}$ ,  $\varphi^\ominus(P_4/PH_3) = -0.97 \text{ v}$ , 则电对  $H_2PO_2^-/PH_3$  的电极电势  $\varphi^\ominus =$  9 V。

2-5. 在  $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{HAc}$  ( $K_a^\ominus (\text{HAc}) = 1.77 \times 10^{-5}$ ) 溶液中加入 NaAc 固体, 则溶液的 pH 值 10 (变大、变小、不变), HAc 解离常数 11 (变大、变小、不变)。将该溶液与  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaOH}$  等体积混合, 溶液的 pH = 12; 将该溶液与  $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaOH}$  等体积混合, 溶液的 pH = 13。

招生专业 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理  
科目名称 无机化学 科目代码 (731)

2-6. 已知  $E^\ominus (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.799 \text{ V}$ ,  $E^\ominus (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.342 \text{ V}$ , 将反应  $2 \text{Ag}^+ + \text{Cu} = 2 \text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$  组成原电池, 其正极的电对是 14, 负极的电对是 15, 电动势  $E^\ominus =$  16  $\text{V}$ ; 当  $\text{Ag}^+$  和  $\text{Cu}^{2+}$  离子浓度增大相同倍数时, 电动势将 17。(填变大、变小、不变)

2-7. 比较下列各组分子中, 其化学键极性强弱 (用 >、<、= 号表示)

(1)  $\text{H}_2\text{O}$  18  $\text{Cl}_2\text{O}$     (2)  $\text{CuO}$  19  $\text{CuS}$     (3)  $\text{H}_2\text{S}$  20  $\text{H}_2\text{Se}$

### 三. 完成并配平下列反应: (25 分, 每小题 4 分)

3-(1)  $1 \text{ mol CH}_4$  气体的燃烧热等于  $-890 \text{ kJ}$ , 写出其相应的热化学方程式

3-(2) 四氯化钛与氢化钠的反应

3-(3) 稀硝酸与铜的反应方程式

3-(4) 银与浓硫酸在加热条件下反应

3-(5) 硝酸银见光分解反应

3-(6) 硫化氢通入碘水中 (5 分)

### 四. 简要解答下列问题: (25 分, 每小题 5 分)

4-(1). 热化学方程式与一般的化学反应方程式有何异同? 书写热化学方程式时有哪些应该注意之处。

4-(2). 列出气体、液体、固体和溶液的标准状态条件。

4-(3). 从活化分子和活化能的观点, 分析浓度和催化剂对化学反应速率的影响。

4-(4). 为什么氯化钙和五氧化二磷可作为干燥剂? 而食盐和冰的混合物可以作为冷冻剂?。

4-(5). 当往缓冲溶液中加入大量的酸或碱, 或者用大量的水稀释时, pH 是否仍保持不变, 说明其原因。

招生专业 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理

科目名称 无机化学 科目代码 (731)

**五. 计算题 (30 分):**

**5-1.(12 分)** 欧洲空间局在 1973 年开始研制的“阿里安”号运载火箭所用推进剂为四氧化二氮 ( $\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}$ ) 和偏二甲肼 ( $\text{H}_2\text{NN}(\text{CH}_3)_2$ ), 两者反应后生成的产物符合燃烧反应规律。已知:  $\Delta_f H_m^\ominus (\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}) = 9.2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_c H_m^\ominus (\text{H}_2\text{NN}(\text{CH}_3)_2, \text{l}) = -1979.2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H_m^\ominus (\text{CO}_2, \text{g}) = -393.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H_m^\ominus (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

- (1) 写出  $\text{H}_2\text{NN}(\text{CH}_3)_2 (\text{l})$  在 ( $\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}$ ) 中发生的燃烧反应方程式, 并计算该反应的  $\Delta_r H_m^\ominus$  (6 分);
- (2) 计算燃烧 1kg 偏二甲肼所产生的热量(3 分);
- (3) 在 300K、101.3kPa 下, 燃烧 1kg 偏二甲肼需要多少体积 ( $\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}$ ) (3 分)。

**5-2. (10 分)** 在 pH 等于 3 时,  $\text{KMnO}_4$  能否氧化  $\text{I}^-$  为  $\text{I}_2$  和氧化  $\text{Br}^-$  为  $\text{Br}_2$ ? 假设电极反应中除  $\text{H}^+$  离子外, 其他离子的浓度均为  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ 。已知  $E^\ominus (\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}) = 1.507 \text{ V}$ ,  $E^\ominus (\text{I}_2 / \text{I}^-) = 0.535 \text{ V}$ ,  $E^\ominus (\text{Br}_2 / \text{Br}^-) = 1.066 \text{ V}$ 。

**5-3. (8 分)** 草酸铅  $\text{PbC}_2\text{H}_4$  沉淀在  $\text{NaI}$  溶液中可转化为  $\text{PbI}_2$  沉淀。如欲在 1L  $\text{NaI}$  溶液中使 0.010mol  $\text{PbC}_2\text{H}_4$  沉淀完全转化,  $\text{NaI}$  溶液的最初浓度至少应是多少  $\text{mol L}^{-1}$ ? 已知:  $\text{PbC}_2\text{H}_4$  的  $K_{sp}^\ominus = 4.8 \times 10^{-10}$ 、 $\text{PbI}_2$  的  $K_{sp}^\ominus = 9.8 \times 10^{-9}$ 。