

# 2009 年全国攻读硕士学位研究生入学考试

## 华侨大学专业课试题 B

(答案必须写在答题纸上)(允许使用科学计算器)

学院名称 \_\_\_\_\_ 招生专业 \_\_\_\_\_ 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)

B1. 主要决定于溶解在溶液中的粒子的数目, 而不决定于这些粒子的性质的特性叫:

- (A) 等电子性      (B) 各向同性      (C) 依数性      (D) 相似相溶性

B2. 下列说法正确的是:

- (A) 当液体与其蒸气处于平衡时, 蒸气的压力称为液体的饱和蒸气压  
 (B) 液体混合物的蒸气压等于各纯组分液体的蒸气压之和  
 (C) 非电解质稀溶液中某一液体组分的蒸气分压等于它在相同温度下的饱和蒸气压与其在溶液中的摩尔分数之积  
 (D) 蒸气压的大小与容器体积的大小有关

B3. 下列电对的电极电势与 pH 值无关的是:

- (A)  $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$       (B)  $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$       (C)  $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$       (D)  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} / \text{SO}_4^{2-}$

B4. 在  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$  反应式中, 配平后各物种的化学计量数从左至右依次为:

- (A) 1, 3, 14, 2,  $1\frac{1}{2}$ , 7      (B) 2, 6, 28, 4, 3, 14  
 (C) 1, 6, 14, 2, 3, 7      (D) 2, 3, 28, 4,  $1\frac{1}{2}$ , 14

B5. 下列溶液中不能组成缓冲溶液的是:

- (A)  $\text{NH}_3$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$       (B)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  和  $\text{HPO}_4^{2-}$   
 (C)  $\text{HCl}$  和过量的氨水      (D) 氨水和过量的  $\text{HCl}$

B6. 在固体催化剂表面进行的气相反应属于:

- (A) 双分子反应      (B) 均相反应      (C) 多相反应      (D) 酶的催化反应

B7. 一个氧化还原反应在特定温度下的  $\Delta_r G_m^\ominus$  可由下列测量计算的是:

- (A) 该温度下反应的平衡常数      (B) 速率常数随温度的变化  
 (C) 该温度下相应电池的电动势      (D) 该温度下反应的  $\Delta_r H_m^\ominus$

B8. 下列论述中正确的是:

- (A) 溶解度表明了溶液中溶质和溶剂的相对含量  
 (B) 溶解度是指饱和溶液中溶质和溶剂的相对含量  
 (C) 任何物质在水中的溶解度都随着温度的升高而升高  
 (D) 压力的改变对任何物质的溶解度都影响不大

B9. 合成氨反应  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  在恒压下进行, 当体系中引入氩气后, 氨的产率是:

- (A) 减小      (B) 增加      (C) 不变      (D) 无法判断

B10. 镧系收缩使得元素性质十分相似的元素是:

- (A)  $\text{Cr}$  和  $\text{Mo}$       (B)  $\text{Mo}$  和  $\text{W}$       (C)  $\text{Co}$  和  $\text{Ni}$       (D)  $\text{Y}$  和  $\text{La}$



学院名称 \_\_\_\_\_ 招生专业 \_\_\_\_\_ 科目名称 无机化学 科目代码 (731)

B11 某一电池由下列两个半反应组成:  $A \rightleftharpoons A^{2+} + 2e^-$  和  $B^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons B$ 。

反应  $A + B^{2+} \rightleftharpoons A^{2+} + B$  的平衡常数是  $1.0 \times 10^4$ , 则该电池的标准电动势是:

- (A) +1.20 V (B) +0.12 V (C) +0.07 V (D) -0.50 V

B12. 某弱酸 HA 的  $K_a^\ominus = 1 \times 10^{-5}$ , 则其 0.1 mol/L 溶液的 pH 为:

- (A) 1.0 (B) 2.0 (C) 3.0 (D) 3.5

B13. 欲使  $\text{CaCO}_3$  在水溶液中溶解度增大, 可以采用的方法是:

- (A)  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$  (B) 加入  $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$   
(C)  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$  (D) 降低溶液的 pH 值

B14. 下列叙述错误的是:

- (A) 一种气体产生的压力, 与其它气体的存在有关  
(B) 一种气体产生的压力, 与其它气体的存在无关  
(C) 混合气体的总压力为各气体的分压力之和  
(D) 各组分气体的分压力等于总压与该组分的摩尔分数之积

B15. 下列因素对转化率无影响的是:

- (A) 温度 (B) 浓度 (C) 压力(对气相反应) (D) 催化剂

B16. pH=6 的溶液的酸度是 pH=3 的溶液的 ( ) 倍。

- (A) 3 (B) 1000 (C) 300 (D) 1/1000

B17. 根据布朗斯特酸碱理论, 在  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  中较强的酸是:

- (A)  $\text{NH}_3$  (B)  $\text{NH}_4^+$  (C)  $\text{H}_2\text{O}$  (D)  $\text{OH}^-$

B18. 将 0.900 g 某物质溶于 60.0 g 水中, 使溶液的凝固点降低了  $0.150^\circ\text{C}$ , 这物质的相对分子质量是 (水的  $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ ):

- (A) 204 (B) 186 (C) 83.2 (D) 51.2

B19. 正反应的活化能 ( $E_{\text{正}}$ ) 大于逆反应的活化能 ( $E_{\text{逆}}$ ), 则正反应的热效应为:

- (A) 0 (B) 大于 0 (C) 小于 0 (D)  $\frac{E_{\text{正}} + E_{\text{逆}}}{2}$

B20. 某反应速度常数 K 的量纲为  $\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , 该反应是:

- (A) 一级反应 (B) 三级反应 (C) 二级反应 (D) 1/2 级反应

B21. 在 298 K 时, 其 pOH 值小于 7 的溶液是:

- (A)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{NH}_4\text{Cl}$  (B)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{HAc}$  和  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{NaAc}$   
(C)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{AgNO}_3$  (D)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{NaHCO}_3$

B22. 下列分子或离子中, 键角最小的是:

- (A)  $\text{HgCl}_2$  (B)  $\text{H}_2\text{O}$  (C)  $\text{NH}_3$  (D)  $\text{PH}_3$

B23. 用价键法和分子轨道法处理  $\text{O}_2$  分子结构, 其结果是:

- (A) 键能不同 (B) 磁性不同 (C) 极性不同 (D) 结果不同

B24. 如果体系在状态 I 时吸收 500J 的热量, 对外作功 100J 达到状态 II, 则体系的内能变化和环境的内能变化分别为:

- (A) -400J, 400J (B) 400J, -400J (C) 500J, -100J (D) -100J, 500J

B25 下列单质中,  $\Delta_f G_m^\ominus$  不为零的是:

- (A) 石墨 (B) 金刚石 (C) 液态溴 (D) 氧气



学院名称\_\_\_\_\_招生专业\_\_\_\_\_科目名称 无机化学 科目代码 (731)

## 二. 填空题 (20 分, 每小题 1 分)

B2-1. 将镁片和铁片分别浸入在浓度相同的镁盐和铁(II)盐溶液中, 并组成一组化学电池。则正极发生的是 1 反应, 负极发生的是 2 反应, 原电池放电以后,  $[\text{Mg}^{2+}]$  将变 3,  $[\text{Fe}^{2+}]$  将变 4。

B2-2. 在含有固体  $\text{AgCl}$  的饱和溶液中加入  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{HCl}$ ,  $\text{AgCl}$  的溶液平衡将向 5 移动,  $\text{AgCl}$  的溶度积将 6。

B2-3.  $\text{AgNO}_3$  溶液与过量的氨水反应生成 7 色的 8, 该物质具有 9 性, 可与葡萄糖溶液在加热条件下反应而在试管中形成 10。

B2-4. 在等浓度( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ )等体积的  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶液中, 分别加入同浓度、等量(为适量)的  $\text{AgNO}_3$  溶液, 均生成沉淀, 沉淀依次分别是 11; 12; 13。

B2-5. 98% (质量分数)浓硫酸的摩尔分数是 14。

B2-6. 铬元素的原子序数为 24, 其电子排布式为  $1s^2$  15, 处于 16 周期 17 族 18 区。

B2-7. 两个原子轨道以头碰头方式达到原子轨道的最大重叠时, 重叠部分在 19, 称为 20 键。

## 三. 完成并配平下列反应: (25 分, 每小题 4 分)

B3-(1)  $\text{Cu} + \text{CuSO}_4 + \text{HCl}(\text{浓, 多量}) =$

B3-(2) 加热下氯化铵与亚硝酸钠的反应

B3-(3)  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  与硝酸溶液的反应

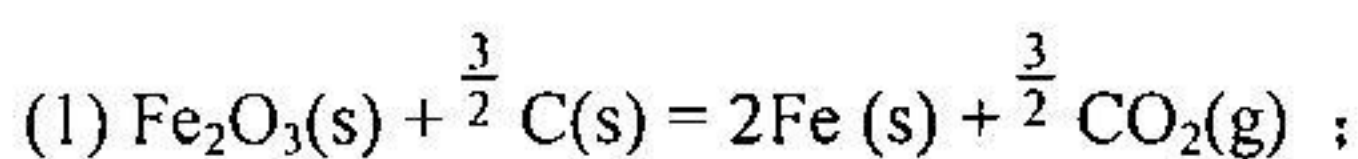
B3-(4) 银与热的浓硫酸反应

B3-(5) 氧化亚铜与过量盐酸反应

B3-(6) ①  $\text{KNO}_3 \xrightarrow{\Delta}$  ②  $\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\Delta}$  (5 分)

## 四. 简要解答下列问题: (25 分, 每小题 5 分)

B4-(1). 某教科书中有这样一道题: 由铁矿石生产铁有两种可能的途径:



(2)  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。请通过热力学计算说明上述反应, 哪个可以在较低温度下进行?

有某学生通过热力学计算得到:

第一途径:  $\Delta_r H_m^\ominus = 231.93 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_r S_m^\ominus = 276.32 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ,  $\Delta_r G_m^\ominus = 149.43 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;

第二途径:  $\Delta_r H_m^\ominus = 96.71 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_r S_m^\ominus = 138.79 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ,  $\Delta_r G_m^\ominus = 55.23 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

由于  $\Delta_r G_m^\ominus 2 < \Delta_r G_m^\ominus 1$ , 所以可以说明第二途径可以在较低温度下进行。请对该学生的解答进行评述, 如果不对, 请给出正确的答案。



学院名称 \_\_\_\_\_ 招生专业 \_\_\_\_\_ 科目名称 无机化学 科目代码 (731)

B4-(2). 反应  $\text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{I}(\text{g})$  气体混合处于平衡时:

(1) 升温时, 平衡常数加大还是减小?为什么?

(2) 恒容时充入  $\text{N}_2$  气时,  $\text{I}_2(\text{g})$  的解离度是增大还是减小?为什么?

B4-(3). pH 值大于 7 的溶液一定是碱的溶液吗?为什么?

B4-(4). 为什么  $\text{FeCl}_2$  熔点高于  $\text{FeCl}_3$  的熔点? 请解释。

B4-(5). 反应  $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$   $K^\ominus = 2 \times 10^{37}$ , 在  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  混合液中:

(1) 加入  $\text{Zn}(\text{s})$  和  $\text{Cu}(\text{s})$ ; (2) 仅加入  $\text{Zn}(\text{s})$ ; (3) 仅加入  $\text{Cu}(\text{s})$ 。各将发生什么反应?

### 五. 计算题 (30 分):

B5-1.(8 分) 已知下列反应:

$\text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$ ; 标准平衡常数为  $K_1^\ominus$

$\text{Fe}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{FeO}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ ; 标准平衡常数为  $K_2^\ominus$ 。

在不同温度时反应的标准平衡常数值如下:

| $T / \text{K}$ | $K_1^\ominus$ | $K_2^\ominus$ |
|----------------|---------------|---------------|
| 973            | 1.47          | 2.38          |
| 1073           | 1.80          | 2.00          |

计算在上述各温度时反应:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$  的标准平衡常数  $K^\ominus$ ; 并由计算结果说明此反应放热还是吸热。

B5-2.(8 分) 已知某溶液中含有  $[\text{Cl}^-] = 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $[\text{CrO}_4^{2-}] = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 在体系中加入  $\text{AgNO}_3$  溶液, 何种离子先沉淀? 当  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  开始沉淀时为止, 此时溶液中的  $\text{Cl}^-$  浓度为多少?

(假定溶液总体积为 1 升) ( $K_{sp}^\ominus(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 9.0 \times 10^{-12}$ ,  $K_{sp}^\ominus(\text{AgCl}) = 1.77 \times 10^{-10}$ )

B5-3.(8 分) 已知银锌原电池, 各半电池反应的标准电极电位为:

$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$   $E^\ominus = -0.78 \text{ V}$ ,  $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$   $E^\ominus = +0.80 \text{ V}$

(1). 计算:  $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{Ag}^+(1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) = \text{Zn}^{2+}(1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) + 2\text{Ag}(\text{s})$  电池的标准电动势。

(2). 写出上述反应的原电池符号。

(3). 若在  $25^\circ\text{C}$  时,  $[\text{Zn}^{2+}] = 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $[\text{Ag}^+] = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 计算该浓度下的电池电动势。

B5-4.(6 分) A, B 两种液体混合后可组成一个理想溶液。某温度下,  $2.00 \text{ mol A}$  和  $2.00 \text{ mol B}$  组成的溶液的蒸气压为  $350 \text{ Pa}$ ; 若往混和液中再加入  $1.00 \text{ mol A}$ , 溶液的蒸气压上升至  $400 \text{ Pa}$ , 在该温度下纯 A 和纯 B 的蒸气压各是多少?