

科目代码: 851 科目名称: 无机化学

适用专业: 070300 化学

注: 考生答题时, 请写在考点下发的答题纸上, 写在本试题纸或其他答题纸上的一律无效。

( 本试题共 3 页 )

可携带无存储功能的计算器

## 一、 选择题 ( 共 45 分, 每题 3 分 )

- 环境对系统做功 10 kJ, 而系统失去 5 kJ 的热给环境, 则系统的内能变化为 ( )  
A. -15 kJ      B. 5 kJ      C. -5 kJ      D. 15 kJ
- 表示 CO<sub>2</sub> 生成热的反应是 ( )  
A.  $\text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -238.0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
B.  $\text{C}(\text{金刚石}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -395.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
C.  $2\text{C}(\text{金刚石}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -787.0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
D.  $\text{C}(\text{石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -393.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- H<sub>2</sub>O(g)、H<sub>2</sub>S(g)、H<sub>2</sub>O(s)、H<sub>2</sub>O(l) 的标准熵由大到小的顺序为 ( )  
A. H<sub>2</sub>O(g) > H<sub>2</sub>S(g) > H<sub>2</sub>O(s) > H<sub>2</sub>O(l)  
B. H<sub>2</sub>S(g) > H<sub>2</sub>O(g) > H<sub>2</sub>O(l) > H<sub>2</sub>O(s)  
C. H<sub>2</sub>S(g) > H<sub>2</sub>O(g) > H<sub>2</sub>O(s) > H<sub>2</sub>O(l)  
D. H<sub>2</sub>O(g) > H<sub>2</sub>O(l) > H<sub>2</sub>O(s) > H<sub>2</sub>S(g)
- 已知在温度 T 时下列反应及其标准平衡常数:  

$$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad K_1^\ominus$$

$$2\text{HCl}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad K_2^\ominus$$
 则 K<sub>1</sub><sup>⊖</sup>、K<sub>2</sub><sup>⊖</sup> 之间的关系是 ( )  
A. K<sub>1</sub><sup>⊖</sup> = 2K<sub>2</sub><sup>⊖</sup>      B. K<sub>1</sub><sup>⊖</sup> = (K<sub>2</sub><sup>⊖</sup>)<sup>1/2</sup>      C. K<sub>1</sub><sup>⊖</sup> = (K<sub>2</sub><sup>⊖</sup>)<sup>2</sup>      D. K<sub>1</sub><sup>⊖</sup> = K<sub>2</sub><sup>⊖</sup>
- 石墨晶体层与层之间的结合力是 ( )  
A. 范德华力      B. 共价键      C. 金属键      D. 离子键
- SO<sub>2</sub> 分子中, 中心原子的杂化态为 ( )  
A. sp      B. sp<sup>2</sup>      C. sp<sup>3</sup>      D. sp<sup>2</sup>d 或 dsp<sup>2</sup>
- H<sub>2</sub>S 的沸点比 H<sub>2</sub>O 低, 这可用下列哪一种理论解释 ( )  
A. 范德华力      B. 共价键      C. 离子键      D. 氢键
- 下列各组符号所代表的体系的性质均属状态函数的是 ( )  
A. U、H、W      B. S、H、Q      C. U、H、G      D. S、H、W
- 下列物质属分子晶体的是 ( )  
A. 玻璃      B. 冰      C. 银      D. 食盐
- 下列说法正确的是 ( )  
A. BCl<sub>3</sub> 分子中 B—Cl 键是非极性的  
B. BCl<sub>3</sub> 分子中 B—Cl 键矩为 0  
C. BCl<sub>3</sub> 分子是极性分子, 而 B—Cl 键是非极性的  
D. BCl<sub>3</sub> 分子是非极性分子, 而 B—Cl 键是极性的
- 下列分子中, 键和分子均具有极性的是 ( )  
A. Cl<sub>2</sub>      B. BF<sub>3</sub>      C. CO<sub>2</sub>      D. NH<sub>3</sub>
- N<sub>2</sub> 很稳定是因为氮分子 ( )

- A. 是非极性分子    B. 形成叁键    C. 满足八隅体结构    D. 分子比较小
13. 下列溶液中, pH 值最小的是 ( )
- A.  $0.010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HCl}$     B.  $0.010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$   
 C.  $0.010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HAc}$     D.  $0.010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

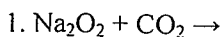
14. 下列关于屏蔽效应的说法中, 正确的是 ( )
- A.  $4s$  电子的屏蔽常数  $\sigma_{4s}$  反映了  $4s$  电子屏蔽原子核作用的大小  
 B. 当主量子数  $n$  和核电荷数  $z$  相同的二个电子,  $\sigma$  值越大, 电子的能量就越低  
 C. 主量子数  $n$  相同, 角量子数  $l$  愈大, 电子的屏蔽作用增大  
 D. 当屏蔽电子数目愈多或被屏蔽电子离核愈远时,  $\sigma$  值也愈大

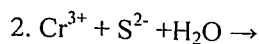
15. 下列各组量子数, 不正确的是 ( )
- (A)  $n=2, l=1, m=0, m_s=-1/2$     (B)  $n=3, l=0, m=1, m_s=1/2$   
 (C)  $n=2, l=1, m=-1, m_s=1/2$     (D)  $n=3, l=2, m=-2, m_s=-1/2$

## 二、填空题 (每空 1 分, 共 25 分)

1. 对某体系作  $165 \text{ J}$  的功, 该体系应 \_\_\_\_\_ 热量 \_\_\_\_\_  $\text{J}$  才能使内能增加  $100 \text{ J}$ 。
2. 描述体系状态变化时的热力学能变化量与功和热的关系式是 \_\_\_\_\_, 体系从环境吸热时,  $Q$  \_\_\_\_\_  $0$ , 体系对环境作功时,  $W$  \_\_\_\_\_  $0$ 。3. 反应  $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) = \text{C}(\text{g})$  的速率方程为  $v = k[\text{A}][\text{B}]^2$ 。该反应为 \_\_\_\_\_ 级反应, 当  $\text{B}$  的浓度加倍时, 反应速率将增大至原来 \_\_\_\_\_ 倍。
4. 反应  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g}) \Delta_r H_m^\ominus = -196.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。在一密闭容器内当反应达到平衡后, 若向体系中加入  $\text{O}_2$ , 平衡将 \_\_\_\_\_ 移动; 若增大体系压力, 平衡将 \_\_\_\_\_ 移动; 若升高温度, 平衡将 \_\_\_\_\_ 移动; 若加入催化剂, 平衡将 \_\_\_\_\_ 移动。
5. 已知下列两个可逆反应的平衡常数:
- $$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \quad K^\ominus = 1.0 \times 10^{-14}$$
- $$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \quad K^\ominus = 1.8 \times 10^{-5}$$
- 则反应  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$  的平衡常数  $K^\ominus =$  \_\_\_\_\_。
6. 根据酸碱电子理论判断: 在反应  $\text{SbF}_5 + \text{BF}_3 = \text{SbF}_6^- + \text{BF}_2^+$  及反应  $\text{KF} + \text{BF}_3 = \text{K}^+ + \text{BF}_4^-$  中  $\text{BF}_3$  所起的作用不同, 在前一反应中它是 \_\_\_\_\_, 在后一反应中它是 \_\_\_\_\_。
7.  $\text{NH}_3$  的共轭酸是 \_\_\_\_\_。  $\text{NH}_3$  的共轭碱是 \_\_\_\_\_。
8. 同离子效应使难溶电解质的溶解度 \_\_\_\_\_; 盐效应使难溶电解质的溶解度 \_\_\_\_\_。
9. 在标准状态下, 下列反应均向正方向进行:
- $$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$$
- $$2\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$$
- 则它们中最强氧化剂是 \_\_\_\_\_, 最强还原剂是 \_\_\_\_\_。
10. 一般来说, 分子间力越大, 物质熔点、沸点就越 \_\_\_\_\_。
11.  $4p$  亚层中轨道的主量子数为 \_\_\_\_\_, 角量子数为 \_\_\_\_\_, 该亚层的轨道最多可以有 \_\_\_\_\_ 种空间取向, 最多可容纳 \_\_\_\_\_ 个电子

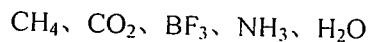
## 三、完成并配平下列反应方程式(每题 5 分, 共 10 分)





四、简答题 (共 30 分, 任选 5 题, 每题 6 分)

1. 指出下列各分子中各个 C 原子所采用的杂化轨道。



2. 为什么存在  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{NH}_4^+$  而不存在  $\text{CH}_5^+$ ?

3. “非极性分子中只有非极性共价键”的说法是否正确? 举例说明并解释原因。

4. 试写出  $\text{B}_2\text{H}_6$  的分子结构式, 指出其化学键的种类和数目。

5. 为什么在水溶液中不能由  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{KI}$  制得  $\text{FeI}_3$ ?

6. 决定多电子原子中等价轨道数目的是哪个量子数, 原子轨道能量是由什么量子数决定的?

五、计算题 (每题 10 分, 共 40 分)

1. 已知反应  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  的  $\Delta_r H_m^\ominus = 178.26 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_r S_m^\ominus = 159.0 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , 求  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  的最低分解温度。

2. 已知  $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ , 则在  $3.0 \text{ L } 0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaCl}$  溶液中, 溶解  $\text{AgCl}$  的物质的量。

3. 在  $298 \text{ K}$  时已知  $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的某一元弱酸水溶液的  $\text{pH}$  为  $3.00$ , 计算该酸的解离常数  $K_a^\ominus$ 。

4. 已知:  $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+} \quad E_1^\ominus = 0.77 \text{ V}$ ;

$K_{\text{sp}}^\ominus \text{Fe}(\text{OH})_3 = 3.8 \times 10^{-38}$ ;  $K_{\text{sp}}^\ominus \text{Fe}(\text{OH})_2 = 8.0 \times 10^{-16}$ ;

求半反应  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{e}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$  的  $E_2^\ominus$ 。